

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-70629

(P 2002-70629 A)

(43) 公開日 平成14年3月8日 (2002.3.8)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 0 2 D 45/00	3 6 2	F 0 2 D 45/00	3 6 2 A 3G022
			3 6 2 E 3G084
41/06	3 3 5	41/06	3 3 5 3G301
F 0 2 P 5/15		F 0 2 P 5/15	E

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L

(全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2000-259115(P2000-259115)

(22) 出願日 平成12年8月29日 (2000.8.29)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 水谷 浩市

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(72) 発明者 藤嶋 俊介

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

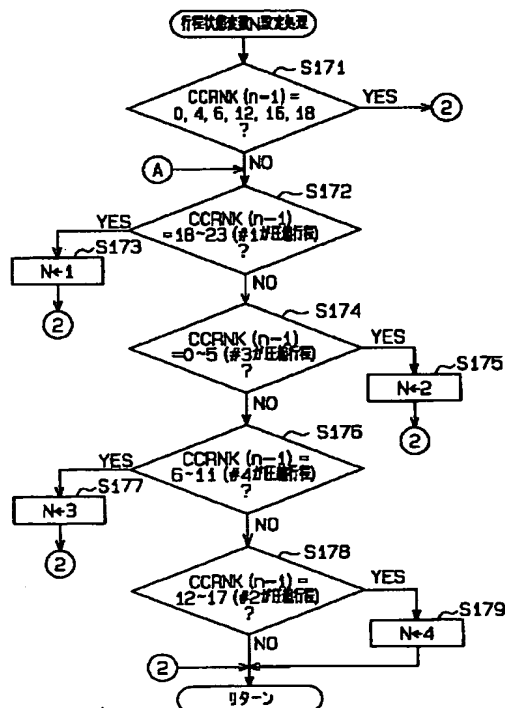
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の停止行程判別装置、燃料噴射制御装置および始動時行程判別装置

## (57) 【要約】

【課題】 実際に停止した時における内燃機関の行程状態を正確に限定して始動時の早期の初爆を実現する。

【解決手段】 極大位置エネルギー位相とシグナルロータの欠歯の位相とを除いて (S171で「NO」)、最初にNE信号のパルス出力間隔が前後の位相よりも長くなる位相を逆転クランク角として検出し (S172, S174, S176, S178)、行程状態変数Nを決定している (S173, S175, S177, S179)。この行程状態変数Nにより逆転クランク角に対応するクランク角領域あるいはその一つ前の領域にてエンジンが停止していると判断できる。こうして4気筒のエンジンが取り得る4つのクランク角領域の内の2つに正確に限定することが可能となる。このことにより、始動時において従来よりも正確な行程判別が可能となり、始動時の初爆を早期化できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】内燃機関の回転に応じた回転信号を出力し内燃機関の特定回転位相においては前記回転信号を他の回転位相とは異なる状態にする内燃機関回転状態検出手段を備え、該内燃機関回転状態検出手段からの回転信号単独あるいは他の信号を組み合わせて、内燃機関のクランク角が検出される内燃機関において、内燃機関の回転において位置エネルギーが極大となる回転位相を極大位置エネルギー位相として設定し、内燃機関の停止処理後に内燃機関の回転が停止するまでの期間に、前記回転信号が、最初に、前記特定回転位相および前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の状態とは異なる状態となった場合のクランク角を逆転クランク角として検出する逆転クランク角検出手段と、前記逆転クランク角検出手段にて検出された逆転クランク角に基づいて内燃機関の停止時の行程状態を決定する停止行程判別手段と、を備えたことを特徴とする内燃機関の停止行程判別装置。

【請求項 2】請求項 1 記載の構成において、前記内燃機関回転状態検出手段は、内燃機関の回転数が高くなるのに応じて時間間隔が短くなる回転信号を出力し内燃機関の特定回転位相においては前記回転信号を他の回転位相より長い時間間隔にするものであり、前記逆転クランク角検出手段は、内燃機関の停止処理後に内燃機関の回転が停止するまでの期間に、前記回転信号が、最初に、前記特定回転位相および前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の時間間隔よりも長い時間間隔となった場合のクランク角を逆

【請求項 3】内燃機関の回転に応じた回転信号を出力する内燃機関回転状態検出手段を備え、該内燃機関回転状態検出手段からの回転信号単独あるいは他の信号を組み合わせて、内燃機関のクランク角が検出される内燃機関において、

内燃機関の回転において位置エネルギーが極大となる回転位相を極大位置エネルギー位相として設定し、内燃機関の停止処理後に内燃機関の回転が停止するまでの期間に、前記回転信号が、最初に、前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の状態とは異なる状態となった場合のクランク角を逆転クランク角として検出する逆転クランク角検出手段と、

前記逆転クランク角検出手段にて検出された逆転クランク角に基づいて内燃機関の停止時の行程状態を決定する停止行程判別手段と、

を備えたことを特徴とする内燃機関の停止行程判別装置。

【請求項 4】請求項 3 記載の構成において、前記内燃機

関回転状態検出手段は、内燃機関の回転数が高くなるのに応じて時間間隔が短くなる回転信号を出力するものであり、

前記逆転クランク角検出手段は、内燃機関の停止処理後に内燃機関の回転が停止するまでの期間に、前記回転信号が、最初に、前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の時間間隔よりも長い時間間隔となった場合のクランク角を逆転クランク角として検出するものであることを特徴とする内燃機関の停止行程判別装置。

【請求項 5】請求項 1～4 のいずれか記載の構成において、内燃機関のカムシャフトの回転位相を判別する信号を出力するカム角検出手段を備え、内燃機関のクランク角は、前記内燃機関回転状態検出手段の回転信号と、前記カム角検出手段の信号とに基づいて検出されていることを特徴とする内燃機関の停止行程判別装置。

【請求項 6】請求項 5 記載の構成において、前記カム角検出手段は、カムシャフトの回転位相の内で特定の一カ所において他と異なる状態となる信号を出力するものであることを特徴とする内燃機関の停止行程判別装置。

【請求項 7】請求項 1～6 のいずれか記載の構成において、前記極大位置エネルギー位相を境界として内燃機関のクランク角領域を分割設定し、前記停止行程判別手段は、前記逆転クランク角検出手段にて検出された逆転クランク角が属するクランク角領域と該クランク角領域の直前のクランク角領域とを、内燃機関の停止時の行程状態として決定することを特徴とする内燃機関の停止行程判別装置。

【請求項 8】請求項 1～7 のいずれか記載の内燃機関の停止行程判別装置を備えたとともに、内燃機関の始動時においては、直前の内燃機関停止時において前記停止行程判別手段にて決定されている行程状態に基づいて、燃料噴射した場合に最も早期に点火燃焼が可能な気筒に対して燃料噴射を実行する始動時燃料噴射手段を備えたことを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 9】請求項 8 記載の構成において、内燃機関が吸気ポート燃料噴射タイプである場合には、前記始動時燃料噴射手段は、前記停止行程判別手段にて決定されている行程状態において吸気行程にある気筒の吸気ポートに燃料を供給することを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 10】請求項 8 記載の構成において、内燃機関が筒内燃料噴射タイプである場合には、前記始動時燃料噴射手段は、前記停止行程判別手段にて決定されている行程状態において圧縮行程にある気筒の燃焼室内に燃料を供給することを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 11】請求項 7 記載の内燃機関の停止行程判別

装置または請求項 8 ～ 1 0 のいずれか記載の内燃機関の燃料噴射制御装置を備えるとともに、内燃機関の始動時において、直前の内燃機関停止時において前記停止行程判別手段にて決定されている行程状態の内から、前記内燃機関回転状態検出手段の信号および前記カム角検出手段の信号の内の一方または両方における出力開始初期の状態に基づいて、始動時の行程状態を選別する始動時行程選別手段を備えたことを特徴とする内燃機関の始動時行程判別装置。

【請求項 1 2】請求項 7 記載の内燃機関の停止行程判別装置または請求項 8 ～ 1 0 のいずれか記載の燃料噴射制御装置を備えるとともに、内燃機関の始動時において、直前の内燃機関停止時において前記停止行程判別手段にて決定されている行程状態の内から、前記内燃機関回転状態検出手段の信号および前記カム角検出手段の信号の内の一方または両方における出力開始初期の状態に基づいて、始動時の行程状態を選別し、かつ該選別時点でのクランク角を決定する始動時行程選別手段を備えたことを特徴とする内燃機関の始動時行程判別装置。

【請求項 1 3】請求項 1 2 記載の構成に加えて、前記始動時行程選別手段により得られた始動時の行程状態と、該選別時点でのクランク角とに基づいて、最も早く燃焼が可能な気筒に点火を実行する初爆点火実行手段を備えたことを特徴とする内燃機関の始動時行程判別装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の停止行程判別装置、この停止行程判別装置により決定された行程状態に基づいて燃料噴射を実行する燃料噴射制御装置、およびこの停止行程判別装置により決定された行程状態内を始動時に更に選別する始動時行程判別装置に関する。

##### 【0 0 0 2】

【従来の技術】内燃機関の始動時において迅速にクランク角や各気筒の行程状態を決定し燃料噴射制御と点火制御に反映させて、初爆を早期に行うことで、内燃機関の始動性を向上させるシステムが知られている（特開平 1 1 - 6 2 6 8 1 号公報、特開平 5 - 1 3 3 2 6 8 号公報）。

【0 0 0 3】このようなシステムは、燃費の改善などのために、自動車が交差点等で走行停止した時に内燃機関を自動停止し発進操作時にスタータを回転させて内燃機関を自動始動して自動車を発進可能とさせる自動停止始動装置、いわゆるエコノミーランニングシステム（以下、「エコランシステム」と略す）において発進を円滑に実行させるために重要である。更に、このようなエコランシステムに限らず、通常の始動においても良好な始動性を実現する上で重要である。

##### 【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】しかし、始動時におけるクランク角や行程状態の決定は、クランクシャフトに設けられた回転数センサおよびカムシャフトに設けられたカム角センサが、回転し始めたクランクシャフトやカムシャフトの回転を検出し、その内で特徴的な信号状態を検出してから初めて可能となる。このため、スタータの回転から実際に燃料噴射や点火を実行するまでに比較的時間がかかり、始動性が十分なものとは言えない。

【0 0 0 5】この他に、内燃機関の停止時におけるクランク角や各気筒の行程状態を決定しておくことにより、内燃機関の始動時における燃料噴射制御と点火制御に反映させるシステムが知られている（特開平 7 - 8 3 0 9 3 号公報）。このシステムでは、エンジンのイグニッション・オフ時のクランク角を記憶し、始動時にこのクランク角から始動したものとして機関制御を開始している。

【0 0 0 6】しかし、イグニッション・オフしても燃焼中である気筒からは出力トルクが発生しており、また燃焼がなされなくなっても実際に内燃機関のクランクシャフトの回転が停止するまで、内燃機関は更に慣性回転する。したがって、特開平 7 - 8 3 0 9 3 号公報のごとく、イグニッション・オフ時のクランク角を記憶しても、実際に停止した行程状態とはずれを生じ、始動する際の行程状態を正確に反映した燃料噴射や点火制御が困難となるおそれがある。

【0 0 0 7】これを解決する手法として、イグニッション・オフ後も完全にクランクシャフトの回転が停止するまで回転数センサのパルス数カウントを継続することが考えられる。すなわち、完全にクランクシャフトの回転が停止したタイミングで計測されているクランク角を記憶することが考えられる。

【0 0 0 8】ところが、内燃機関がこのような慣性回転にある時においては、圧縮行程にある気筒のピストンはクランクシャフトを逆方向に回転させる逆回転トルクを発生させ、膨張行程にある気筒のピストンはクランクシャフトを正方向に回転させる正回転トルクを発生させている。このため、内燃機関の燃焼停止から回転停止までの期間においては、慣性回転力、フリクション、前記逆回転トルク、前記正回転トルクなどにより、クランクシャフトの回転速度は決定されている。この内、前記逆回転トルクおよび前記正回転トルクはクランク角により周期的に変化するため、停止直前においては、クランクシャフトは、それまで正回転していた状態から逆転し、逆回転・正回転を繰り返す状態となり、その後に完全に停止する。そして最終的停止位置は、上述したトルクの周期的変化状態により決定される位置エネルギーが極小となる安定した回転位相にて停止するか、あるいはフリクションなどの原因により、その近傍にて停止することになる。

【0009】しかし、停止直前に、前述した逆転現象が一旦生じると、実際にはクランク角が減少している時間が存在するにもかかわらず、正回転と同様に継続的に増加しているものとして計算されてしまう。したがって、実際のクランク角と完全停止時に求められているクランク角とが大きく異なり、クランク角から決定した行程状態と実際の行程状態とが全く異なることとなる。このため、停止時に得られたクランク角を始動時の行程判定に反映させて燃料噴射制御や点火制御を実行した場合には、予想したような初爆が早期に行われなかったりして、内燃機関の始動性が低下するおそれがある。

【0010】更に、従来技術では、例えば正確に停止時の行程状態が求められたとしても、始動以後の制御に用いられるクランク角の正確な位置は、回転数センサおよびカム角センサの両者から特徴的な信号が発生するまでは、決定することができなかった。このため、初爆以降の機関制御に遅れを生じて、始動が不安定化するおそれがある。

【0011】本発明は、内燃機関のクランクシャフトが実際に停止した時における内燃機関の行程状態を、停止時におけるクランクシャフトの挙動に基づいて正確に限定することを目的とするものである。また、本発明は、このように限定された行程状態に基づいて再始動時の早期の初爆を実現させることを目的とするものである。また、このように限定された行程状態に基づいて再始動時に更に正確に行程状態を限定することを目的とするものである。また、このように限定された行程状態に基づいて再始動以後のクランク角の決定を早期化することを目的とするものである。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】以下、上記目的を達成するための手段およびその作用効果について記載する。請求項1記載の内燃機関の停止行程判別装置は、内燃機関の回転に応じた回転信号を出力し内燃機関の特定回転位相においては前記回転信号を他の回転位相とは異なる状態にする内燃機関回転状態検出手段を備え、該内燃機関回転状態検出手段からの回転信号単独あるいは他の信号を組み合わせて、内燃機関のクランク角が検出される内燃機関において、内燃機関の回転において位置エネルギーが極大となる回転位相を極大位置エネルギー位相として設定し、内燃機関の停止処理後に内燃機関の回転が停止するまでの期間に、前記回転信号が、最初に、前記特定回転位相および前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の状態とは異なる状態となった場合のクランク角を逆転クランク角として検出する逆転クランク角検出手段と、前記逆転クランク角検出手段にて検出された逆転クランク角に基づいて内燃機関の停止時の行程状態を決定する停止行程判別手段とを備えたことを特徴とする。

【0013】停止までに惰性回転している内燃機関が正

回転から逆回転に移る場合は、逆転時に一旦回転が停止するので、その前後の位相よりも回転速度が鈍る。このため、この時に内燃機関回転状態検出手段が出力する回転信号は、前後における回転信号とは異なる状態となる。したがって最初に前後とは異なる回転信号となった場合には、その時のクランク角が最初に逆転したクランク角であると判断できる。

【0014】ただし、前述したごとく極大位置エネルギー位相では、正回転と逆回転との間で切り替わらなくても、その前後の位相よりも回転速度が鈍る。したがって、この時にも、内燃機関回転状態検出手段が出力する回転信号は、前後における回転信号とは異なるものとなる。また、内燃機関回転状態検出手段は、内燃機関の特定回転位相においては回転信号を他の回転位相とは異なる状態にしているため、このような特定位相においても、内燃機関回転状態検出手段が出力する回転信号が、前後における回転信号とは異なることとなり、逆転時とは区別が困難となる場合がある。したがって、逆転クランク角検出手段は、最初に、前記特定回転位相および前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号とは異なる状態となった場合のクランク角を逆転クランク角として検出する。

【0015】このように逆転クランク角検出手段により検出された逆転クランク角が、実際に最初に正回転から逆回転になった場合の逆転位相である場合には、クランク角は逆転クランク角以上進むことがないことから、逆転クランク角より遅角側に存在する位置エネルギーが極小の位相（以下、「極小位置エネルギー位相」と称する）あるいはその位相近傍で停止することが判る。

【0016】また、最初に正回転から逆回転になった場合の逆転位相が前記特定回転位相および前記極大位置エネルギー位相に重複していた場合には、この時のクランク角は逆転クランク角としては検出されず、2番目の逆転位相、すなわち逆回転から正回転に戻った場合の逆転位相、あるいは3番目以降の逆転位相が逆転クランク角として検出される。この2番目以降の逆転により得られた逆転クランク角は、逆回転による位相変化分が加算されているため、実際のクランク角よりも大きくなっている。すなわち実際のクランク角は、得られている逆転クランク角とは極大位置エネルギー位相を挟んでクランク角が小さい側に存在する。このことから、実際のクランク角は、計算上の逆転クランク角よりも遅角側の極大位置エネルギー位相の更に遅角側に存在する極小位置エネルギー位相あるいはその位相近傍で停止することが判る。

【0017】したがって、逆転クランク角検出手段にて検出された逆転クランク角に基づいて、停止行程判別手段では、上述したごとく回転停止のクランク角範囲を絞ることができることから、内燃機関の行程状態を、停止時におけるクランクシャフトの挙動に基づいて正確に限

定することができる。

【0018】請求項2記載の内燃機関の停止行程判別装置は、請求項1記載の構成において、前記内燃機関回転状態検出手段は、内燃機関の回転数が高くなるのに応じて時間間隔が短くなる回転信号を出力し内燃機関の特定回転位相においては前記回転信号を他の回転位相より長い時間間隔にするものであり、前記逆転クランク角検出手段は、内燃機関の停止処理後に内燃機関の回転が停止するまでの期間に、前記回転信号が、最初に、前記特定回転位相および前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の時間間隔よりも長い時間間隔となった場合のクランク角を逆転クランク角として検出するものであることを特徴とする。

【0019】このように、内燃機関回転状態検出手段としては、内燃機関の回転に応じた時間間隔の回転信号を出力するものとすることができ、内燃機関の特定回転位相においては回転信号を他の回転位相とは異なる状態とすることができる。そして、このことにより、逆転クランク角検出手段は、最初に、前記特定回転位相および前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の時間間隔よりも長い時間間隔となった場合に、そのクランク角を逆転クランク角として検出することができるようになる。

【0020】このように検出された逆転クランク角に基づいて、停止行程判別手段では、内燃機関の行程状態を、停止時におけるクランクシャフトの挙動に基づいて正確に限定することができる。

【0021】請求項3記載の内燃機関の停止行程判別装置は、内燃機関の回転に応じた回転信号を出力する内燃機関回転状態検出手段を備え、該内燃機関回転状態検出手段からの回転信号単独あるいは他の信号を組み合わせ、内燃機関のクランク角が検出される内燃機関において、内燃機関の回転において位置エネルギーが極大となる回転位相を極大位置エネルギー位相として設定し、内燃機関の停止処理後に内燃機関の回転が停止するまでの期間に、前記回転信号が、最初に、前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の状態とは異なる状態となった場合のクランク角を逆転クランク角として検出する逆転クランク角検出手段と、前記逆転クランク角検出手段にて検出された逆転クランク角に基づいて内燃機関の停止時の行程状態を決定する停止行程判別手段とを備えたことを特徴とする。

【0022】本請求項では、前記請求項1と異なり、内燃機関回転状態検出手段は特定回転位相において回転信号が他の回転位相とは異なる構成とされていない。したがって、逆転クランク角検出手段は、内燃機関の停止処理後に内燃機関の回転が停止するまでの期間に、最初に、前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の状態とは異なる状態となった場合のクランク角を逆転クランク角として検出する。

【0023】このことにより請求項1にて述べたごとく、のメカニズムにより、逆転クランク角検出手段により検出された逆転クランク角が、実際に最初に正回転から逆回転になった場合の逆転位相である場合には、クランク角は逆転クランク角以上進むことがないことから、逆転クランク角より遅角側に存在する極小位置エネルギー位相あるいはその位相近傍で停止することが判る。

【0024】また、最初に正回転から逆回転になった場合の逆転位相が極大位置エネルギー位相に重複していた場合には、この時のクランク角は逆転クランク角としては検出されず、2番目以降の逆転位相が検出される。このことから、実際のクランク角は、計算上の逆転クランク角よりも遅角側の極大位置エネルギー位相の更に遅角側に存在する極小位置エネルギー位相あるいはその位相近傍で停止することが判る。

【0025】したがって、逆転クランク角検出手段にて検出された逆転クランク角に基づいて、停止行程判別手段では、上述したごとく回転停止のクランク角範囲を絞ることができることから、内燃機関の行程状態を、停止時におけるクランクシャフトの挙動に基づいて正確に限定することができる。

【0026】請求項4記載の内燃機関の停止行程判別装置は、請求項3記載の構成において、前記内燃機関回転状態検出手段は、内燃機関の回転数が高くなるのに応じて時間間隔が短くなる回転信号を出力するものであり、前記逆転クランク角検出手段は、内燃機関の停止処理後に内燃機関の回転が停止するまでの期間に、前記回転信号が、最初に、前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の時間間隔よりも長い時間間隔となった場合のクランク角を逆転クランク角として検出するものであることを特徴とする。

【0027】このように、内燃機関回転状態検出手段としては、内燃機関の回転に応じた時間間隔の回転信号を出力するものとすることができる。そして、このことにより、逆転クランク角検出手段は、最初に、前記極大位置エネルギー位相以外の回転位相にて前後の回転信号の時間間隔よりも長い時間間隔となった場合に、そのクランク角を逆転クランク角として検出することができるようになる。

【0028】このように検出された逆転クランク角に基づいて、停止行程判別手段では、内燃機関の行程状態を、停止時におけるクランクシャフトの挙動に基づいて正確に限定することができる。

【0029】請求項5記載の内燃機関の停止行程判別装置は、請求項1～4のいずれかが記載の構成において、内燃機関のカムシャフトの回転位相を判別する信号を出力するカム角検出手段を備え、内燃機関のクランク角は、前記内燃機関回転状態検出手段の回転信号と、前記カム角検出手段の信号とに基づいて検出されていることを特徴とする。

【0030】より具体的には、内燃機関のクランク角は、内燃機関回転状態検出手段の回転信号と、カム角検出手段の信号とに基づいて検出するように構成することができる。このようにして構成された内燃機関の停止行程判別装置において、正確に検出された逆転クランク角に基づいて、停止行程判別手段では、内燃機関の行程状態を、停止時におけるクランクシャフトの挙動に基づいて正確に限定することができる。

【0031】請求項6記載の内燃機関の停止行程判別装置は、請求項5記載の構成において、前記カム角検出手段は、カムシャフトの回転位相の内で特定の一方所において他と異なる状態となる信号を出力するものであることを特徴とする。

【0032】より具体的には、カム角検出手段は、カムシャフトの回転位相の内で特定の一方所において他と異なる状態となる信号を出力するものとして構成することができる。

【0033】請求項7記載の内燃機関の停止行程判別装置は、請求項1～6のいずれか記載の構成において、前記極大位置エネルギー位相を境界として内燃機関のクランク角領域を分割設定し、前記停止行程判別手段は、前記逆転クランク角検出手段にて検出された逆転クランク角が属するクランク角領域と該クランク角領域の直前のクランク角領域とを、内燃機関の停止時の行程状態として決定することを特徴とする。

【0034】前述したごとく、最初に得られた逆転クランク角からは、そのクランク角より遅角側の極小位置エネルギー位相あるいはその位相近傍で停止するか、あるいは更にもう一つ遅角側の極小位置エネルギー位相あるいはその位相近傍でクランク角は停止することが判る。

【0035】このため、極大位置エネルギー位相を境界として内燃機関のクランク角領域を分割設定した場合に、停止行程判別手段は、逆転クランク角が属するクランク角領域とこのクランク角領域の直前（遅角側）のクランク角領域とを内燃機関の停止時の行程状態として限定することができることになる。このように、停止行程判別手段は、内燃機関の行程状態を正確に限定することができる。

【0036】請求項8記載の内燃機関の燃料噴射制御装置は、請求項1～7のいずれか記載の内燃機関の停止行程判別装置を備えるとともに、内燃機関の始動時においては、直前の内燃機関停止時において前記停止行程判別手段にて決定されている行程状態に基づいて、燃料噴射した場合に最も早期に点火燃焼が可能な気筒に対して燃料噴射を実行する始動時燃料噴射手段を備えたことを特徴とする。

【0037】本燃料噴射制御装置は、請求項1～7のいずれか記載の内燃機関の停止行程判別装置を備えることにより、従来よりも正確に内燃機関の行程状態を限定することができる。このように限定された行程状態に基づ

いて再始動時の早期の初爆を実現させることができるようになり、始動性をより高いものとできる。

【0038】請求項9記載の内燃機関の燃料噴射制御装置は、請求項8記載の構成において、内燃機関が吸気ポート燃料噴射タイプである場合には、前記始動時燃料噴射手段は、前記停止行程判別手段にて決定されている行程状態において吸気行程にある気筒の吸気ポートに燃料を供給することを特徴とする。

【0039】このようにすることにより、吸気ポート燃料噴射タイプの内燃機関において、一層確実に始動時燃料噴射手段が吸気行程にある気筒の吸気ポートに燃料噴射することができる。このため、始動時において、一層確実に早期の初爆を実現することができるようになり、始動性をより高いものとできる。

【0040】請求項10記載の内燃機関の燃料噴射制御装置は、請求項8記載の構成において、内燃機関が筒内燃料噴射タイプである場合には、前記始動時燃料噴射手段は、前記停止行程判別手段にて決定されている行程状態において圧縮行程にある気筒の燃焼室内に燃料を供給することを特徴とする。

【0041】このようにすることにより、筒内燃料噴射タイプの内燃機関において、一層確実に始動時燃料噴射手段が圧縮行程にある気筒の燃焼室内に燃料噴射することができる。このため、始動時において、一層確実に早期の初爆を実現することができるようになり、始動性をより高いものとできる。

【0042】請求項11記載の内燃機関の始動時行程判別装置は、請求項7記載の内燃機関の停止行程判別装置または請求項8～10のいずれか記載の内燃機関の燃料噴射制御装置を備えるとともに、内燃機関の始動時において、直前の内燃機関停止時において前記停止行程判別手段にて決定されている行程状態の内から、前記内燃機関回転状態検出手段の信号および前記カム角検出手段の信号の内の一方または両方における出力開始初期の状態に基づいて、始動時の行程状態を選別する始動時行程選別手段を備えたことを特徴とする。

【0043】本始動時行程判別装置は、請求項7記載の内燃機関の停止行程判別装置または請求項8～10のいずれか記載の内燃機関の燃料噴射制御装置を備えることにより、前記停止行程判別手段にて正確に限定された停止時の行程状態を得ている。そして、始動時においては、このように正確に限定された行程状態から、始動時行程選別手段が、内燃機関回転状態検出手段の信号およびカム角検出手段の信号の内の一方または両方における出力開始初期の状態に基づいて、始動時の行程状態を選別することで、更に行程状態を限定している。このことにより、始動時において早期に一層確実な行程状態に絞ることができる。こうして、始動時の制御を一層精密なものとなる。

【0044】請求項12記載の内燃機関の始動時行程判

別装置は、請求項 7 記載の内燃機関の停止行程判別装置または請求項 8～10 のいずれか記載の内燃機関の燃料噴射制御装置を備えるとともに、内燃機関の始動時において、直前の内燃機関停止時において前記停止行程判別手段にて決定されている行程状態の内から、前記内燃機関回転状態検出手段の信号および前記カム角検出手段の信号の内的一方または両方における出力開始初期の状態に基づいて、始動時の行程状態を選別し、かつ該選別時点でのクランク角を決定する始動時行程選別手段を備えたことを特徴とする。

【0045】本請求項 12 では、始動時行程選別手段は、始動時の行程状態を選別するとともに、この選別時点でのクランク角を決定している。このため、選別以後はクランク角にしたがって内燃機関の通常の制御が可能となる。このように限定された行程状態に基づいて再始動時に更に正確に行程状態を限定し、このように一層正確に限定された行程状態に基づいて再始動以後のクランク角の決定が早期化できる。したがって、迅速に安定した運転を開始することができるようになる。

【0046】請求項 13 記載の内燃機関の始動時行程判別装置は、請求項 12 記載の構成に加えて、前記始動時行程選別手段により得られた始動時の行程状態と、該選別時点でのクランク角とに基づいて、最も早く燃焼が可能な気筒に点火を実行する初爆点火実行手段を備えたことを特徴とする。

【0047】行程状態が正確に限定できることと、この行程状態に基づいて再始動以後のクランク角の決定が早期化できることから、初爆点火実行手段は最も早く初爆が可能な気筒を迅速に判断することができる。このことから、一層安定した始動が可能となる。

【0048】前記請求項 8～10 に記載したごとく始動時燃料噴射手段にて始動時に燃料噴射を行っている場合も、この燃料噴射された気筒に対して点火チャンスを逃すことなく適切に点火燃焼でき、初爆を最も早いタイミングで確実に実行させることができる。

#### 【0049】

【発明の実施の形態】 [実施の形態 1] 図 1、2 に上述した発明が適用された自動車用 4 気筒ガソリンエンジン（以下「エンジン」と略す）2 の要部縦断面図を示す。図 1 はクランクシャフト 4 に直交する縦断面を示し、図 2 はクランクシャフト 4 に平行な縦断面を示している。

【0050】エンジン 2 のシリンダブロック 2 a には 1 番気筒（以下「# 1」で表す）、2 番気筒（以下「# 2」で表す）、3 番気筒（以下「# 3」で表す）、4 番気筒（以下「# 4」で表す）の 4 つの気筒を有する。これら各気筒（# 1～# 4）毎にピストン 6 が往復移動可能に設けられている。これらのピストン 6 は、エンジン 2 の出力軸であるクランクシャフト 4 にコネクティングロッド 6 a を介してそれぞれ連結されている。ピストン 6 の往復移動は、コネクティングロッド 6 a によってク

ランクシャフト 4 の回転へと変換される。またエンジン 2 においては、始動に用いられるスタータ 8 が設けられている。手動による始動時にはイグニッションスイッチ 10 の操作に基づきスタータ 8 を駆動してクランクシャフト 4 を回転させることによりエンジン 2 を始動させる。またエコランシステムにより自動停止しているエンジン 2 を自動始動させる場合には、自動始動条件が満足されると、後述する ECU 50 によりスタータ 8 が駆動されてクランクシャフト 4 が回転しエンジン 2 が始動される。

【0051】図 1 に示すように（図 2 では略している）、クランクシャフト 4 にはシグナルロータ 12 が取り付けられている。このシグナルロータ 12 の外周部には、クランクシャフト 4 の軸線を中心として等角度間隔（ここでは  $10^\circ$  間隔）に配置された 34 個の突起 12 a と、1 個の幅広の欠歯 12 b が設けられている。そして、シグナルロータ 12 の外周部に対向して、クランクポジションセンサ 14 が設けられている。このように構成されていることにより、クランクシャフト 4 が回転した場合には、シグナルロータ 12 の各突起 12 a および欠歯 12 b が順次クランクポジションセンサ 14 の近傍を通過することにより、クランクポジションセンサ 14 からはそれら各突起 12 a および欠歯 12 b の通過数に対応したパルス状の回転信号（以下「NE 信号」と称する）が出力される。

【0052】また、シリンダブロック 2 a 上にはシリンダヘッド 16 が設けられている。シリンダヘッド 16 とピストン 6 との間には燃焼室 18 が設けられ、この燃焼室 18 には吸気通路 20 および排気通路 22 が接続されている。そして、燃焼室 18 と吸気通路 20 とは吸気バルブ 24 の開閉動作によって連通・遮断され、燃焼室 18 と排気通路 22 とは排気バルブ 26 の開閉動作によって連通・遮断される。

【0053】更に、シリンダヘッド 16 には吸気バルブ 24 および排気バルブ 26 を開閉駆動するための吸気カムシャフト 28 および排気カムシャフト 30 が回転可能に支持されている。これら吸気カムシャフト 28 および排気カムシャフト 30 は、タイミングプーリおよびタイミングベルト（共に図示せず）を介してクランクシャフト 4 に連結され、クランクシャフト 4 の回転に連動して回転する。

【0054】吸気カムシャフト 28 の外周面には 3 個の突起 32、34、36 が吸気カムシャフト 28 の軸線を中心として  $90^\circ$ （ $180^\circ$  CA に相当する）間隔に配列して設けられている。したがって両端の突起 32 と突起 36 との間隔は  $180^\circ$ （ $360^\circ$  CA に相当する）となっている。これら突起 32～36 に対向するように、シリンダヘッド 16 においては、突起 32～36 を検出して検出信号を出力するカムポジションセンサ 38 が設けられている。吸気カムシャフト 28 が回転した場

10

20

30

40

50

合には、突起32～36がカムポジションセンサ38の近傍を通過する。このことにより、カムポジションセンサ38からは、突起32～36のそれぞれの通過に対応してパルス状の検出信号が出力される。

【0055】なお、吸気カムシャフト28に取り付けられているタイミングプーリと一体に可変バルブタイミング機構（以下「VVT」と称する）39が設けられている。このVVT39は、クランクシャフト4に対して吸気カムシャフト28の回転位相を進角量を調整することにより、吸気バルブ24のバルブタイミングを可変とする装置である。したがってカムポジションセンサ38の検出信号は気筒判別信号であると共に、吸気バルブ24のバルブタイミングの検出信号でもある。

【0056】吸気通路20には、燃料を吸気ポート20aへ向けて噴射する燃料噴射弁40が設けられている。この燃料噴射弁40からは、必要なタイミング、通常は吸気行程時に、エンジン2の運転状態に応じて算出された量の燃料噴射が行われる。この燃料噴射によって吸気ポート20aの空気と共に混合気が形成されて燃焼室18内に吸入される。更にシリンダヘッド16には点火プラグ42が設けられ、この点火プラグ42によって圧縮行程中に燃焼室18内の混合気に対して点火が行われる。この点火プラグ42の点火時期は、点火プラグ42の上方に設けられたイグナイタ44によって制御される。そして、燃焼室内の混合気が点火されて燃焼すると、このときの燃焼エネルギーによりピストン6が往復移動してエンジン2が回転駆動される。

【0057】次に、本実施の形態における制御系統の電氣的構成について図3を参照して説明する。この制御系統には、燃料噴射制御および点火時期制御など、エンジン2の運転状態を制御するための電子制御ユニット（以下、ECUという）50を備えている。このECU50は、CPU50a、ROM50b、RAM50c、およびバックアップRAM50d等を備える算術論理演算回路として構成されている。ここで、CPU50aはROM50bに記憶された各種制御プログラムやマップに基づいて演算処理を実行する。RAM50cはCPU50aでの演算結果や各センサから入力されたデータ等を一時的に記憶するメモリであり、バックアップRAM50dはエンジン2の停止時にその記憶されたデータ等を保存する不揮発性のメモリである。そして、CPU50a、ROM50b、RAM50cおよびバックアップRAM50dは、バス50eを介して互いに接続されるとともに、外部入力回路50fおよび外部出力回路50gと接続されている。

【0058】外部入力回路50fには、クランクポジションセンサ14、カムポジションセンサ38、スタータ8、およびイグニッションスイッチ10等が接続されている。また、外部出力回路50gには、スタータ8の駆動回路、#1～#4の各燃料噴射弁40、イグナイタ4

4およびVVT39等がそれぞれ接続されている。

【0059】上述したごとく構成されたECU50においては、その通電状態がイグニッションスイッチ10の操作に基づき切り換えられる。イグニッションスイッチ10は、オフ位置、アクセサリ位置、オン位置、およびスタート位置の4つの位置に切り換え可能なものであって、オフ位置もしくはアクセサリ位置にあるときにはECU50が非通電状態となる。イグニッションスイッチ10がオン位置にある時にはECU50は通電状態となる。またイグニッションスイッチ10がスタート位置にある時にはスタータ8が駆動されてクランクシャフト4の強制的な回転（クランキング）が実行され、エンジン2の始動がなされる。

【0060】エンジン2の運転中においては、吸気行程、圧縮行程、膨張行程、および排気行程の各行程が、#1→#3→#4→#2→#1の順で行われる。そして、各気筒（#1～#4）においては、吸気行程中に燃料噴射弁40からの燃料噴射が実行されるとともに、圧縮上死点近傍、通常は圧縮上死点直前にて点火プラグ42による点火が実行される。

【0061】ここで、エンジン2が駆動している時ににおいてECU50に入力されるクランクポジションセンサ14、およびカムポジションセンサ38からの信号を図4に示す。図4において、(a)は吸気カムシャフト28の回転に伴いカムポジションセンサ38内に発生する電圧波形を示すものである。(b)は(a)の電圧波形をパルス状のカム角信号に変換したものである。(c)はクランクシャフト4の回転に伴いクランクポジションセンサ14内に発生する電圧波形を示すものである。

(d)は(c)の電圧波形をNE信号に変換したものである。このNE信号の内、突起12aに対応するパルス数は、クランクシャフト4の1回転(360°CA)当たりに「34」となっている。また、クランクポジションセンサ14から出力される回転信号のうち、欠歯12bに対応する部分ではパルスの間隔が2パルス存在しないことにより広くされている。このパルス間隔が広い部分の数は、クランクシャフト4の1回転(360°CA)当たりに「1」となっている。そして、欠歯12bに対応する部分は、図5の行程状態説明図にてKKBで示すように、#2および#3の圧縮行程中にクランクポジションセンサ14から出力される。すなわち、こうしたタイミングで欠歯12bに対応するパルス信号が出力されるよう欠歯12bの位置が設定されている。

【0062】ECU50は、上述したクランクポジションセンサ14のNE信号およびカムポジションセンサ38からのカム角信号に基づきクランクシャフト4および吸気カムシャフト28の回転位相を検知する。そして、ECU50は、クランクシャフト4および吸気カムシャフト28の回転位相から各気筒（#1～#4）について気筒判別を行い、それら各気筒（#1～#4）のうち燃



料噴射や点火を行うべき気筒を選択する。また、ECU 50は、クランクポジションセンサ14のNE信号や、図示していないアクセル開度センサ、吸入空気量センサ、水温センサ等の出力にもとづいて、燃料噴射量、燃料噴射時期、点火時期、VVT 39によるバルブタイミングの調整を行っている。

【0063】なお、運転中のエンジン2を運転者が手で停止させる際には、イグニッションスイッチ10をオン位置からアクセサリ位置もしくはオフ位置に切り換える。このようにイグニッションスイッチ10が切り換えられる（停止指令がなされる）と、ECU 50により燃料噴射弁40からの燃料噴射が停止されるのでエンジン2の駆動は停止する。なお、このイグニッションスイッチ10の切り換え時には直ちにECU 50が非通電状とされるのではなく、少なくともクランクシャフト4の回転が完全に停止するまではECU 50には通電され、その後、適当なタイミングでECU 50が非通電とされる。このように燃料噴射停止後もクランクシャフト4の回転中はECU 50を通電状態に維持するのは、後述する停止行程判別処理を完遂させるためである。

【0064】これ以外にエンジン2が停止する状況としては、前述したエコランシステムによってエンジン2が自動停止される場合がある。この場合には、クランクシャフト4の回転停止有無にかかわらずECU 50は通電状態に維持されている。

【0065】ところで、エンジン2を停止させるために燃料噴射弁40からの燃料噴射を停止すると、エンジン2は惰性回転に移り、クランクシャフト4の回転速度（エンジン回転数）が徐々に低下する。この状態にあるのは、圧縮行程中の密閉された燃焼室18から生じる逆方向の回転トルク、および膨張行程中の密閉された燃焼室18から生じる正方向の回転トルクがクランクシャフト4の回転に影響する。すなわち、図5に示したごとく、行程の中央部分（90, 270, 450, 630° CA）が極小位置エネルギー回転位相となり、行程の境界部分（0, 180, 360, 540° CA）が極大位置エネルギー位相となる。

【0066】このため、エンジン2が惰性回転にある場合には、図6（b）に示すごとく、クランクポジションセンサ14に発生する電圧波形は、行程の境界部分（0, 180, 360, 540° CA）の極大位置エネルギー位相TOPを乗り越える際には一旦エンジン回転数が低下する。したがって、極大位置エネルギー位相TOP通過の際には前後よりも長い波長（周波数としては低い）となる。すなわちNE信号のパルス間隔が前後よりも長くなる。また、欠歯12bの回転位相KKBにおいては、前述した構成により自ずと前後よりも長い波長となり、NE信号のパルス間隔が前後よりも長くなるようにされている。

\*

$$Tne(n) \leftarrow t(n) - t(n-1) \quad \dots \quad [式1]$$

\* 【0067】そして、惰性回転しているエンジン2がフリクション等により次第に回転エネルギーを失い、極大位置エネルギー位相TOPを乗り越えられなくなると、エンジン2の回転は一旦停止する。そして、この回転位相を逆転回転位相RVSとして、正回転から逆回転へと逆転現象を生じる。この逆転回転位相RVSにおいても一旦回転が停止することから、クランクポジションセンサ14に発生する電圧波形は前後より長波長となり、NE信号のパルス間隔が前後よりも長くなる。

10 【0068】以後、逆回転しても遅角側の極大位置エネルギー位相TOPを乗り越える回転エネルギーは無いので、乗り越えられなかった極大位置エネルギー位相TOPとその遅角側の極大位置エネルギー位相TOPとの間に挟まれた領域内で、逆転を繰り返して、最後には完全にエンジン2の惰性回転は停止する。したがって最初にNE信号のパルス間隔が前後よりも長くなったクランク角を、最初の逆転回転位相RVSとして検出すれば、エンジン2が実際に停止した時の各気筒（#1～#4）の行程状態が判明し、始動時でのエンジン制御に用いることができる。

20 【0069】しかし、極大位置エネルギー位相TOPを乗り越える際にも、そして欠歯12bの回転位相KKBにおいても、NE信号のパルス間隔が前後よりも長くなるため、本実施の形態のECU 50は、次に説明する図7の停止行程判別処理により、エンジン2の停止時の行程状態を決定している。

【0070】停止行程判別処理（図7）について説明する。この処理は、運転者がイグニッションスイッチ10をオン位置からアクセサリ位置もしくはオフ位置に切り換えた時、あるいはエコランシステムにより自動停止された時から、エンジン2の回転が完全に停止するまで繰り返し実行される処理である。実際には、停止行程判別処理は、図4（d）に示したNE信号のパルス出力がなされる毎に繰り返し実行され、必要に応じてNE信号のパルス出力がなされなくなるとクランクシャフト4の回転が完全に停止した場合にも割り込み実行される。

【0071】本処理が開始されると、まず、図4（d）に示したNE信号による割り込みか否かが判定される（S110）。NE信号のパルス出力による割り込みであれば（S110で「YES」）、次にCPU 50aに内蔵されているタイマーによりカウントされている現在の時刻を表す数値を時刻変数 $t(n)$ に設定する（S120）。そして、次式1に示すごとく、今回の時刻変数 $t(n)$ から前回の制御周期でのステップS120の処理にて設定されている時刻変数 $t(n-1)$ を減算して（S130）、NEパルス出力の時間間隔を表すパルス幅 $Tne(n)$ を算出する（S130）。

【0072】

【数1】

次に、クランク角を表すクランクカウンタCCRNKの更新処理を行う。このクランクカウンタCCRNKは、NE信号を3分周してカウントアップされる値であり、図8にCCRNK更新処理の詳細を示す。

【0073】CCRNK更新処理では、まず、今回のパルスが欠歯12bを検出しているか否かが判定される(S141)。欠歯12bか否かはパルス幅 $T_{ne}$ (n)が前回の制御周期でのパルス幅 $T_{ne}(n-1)$ に対して基準比率(例えば、2.5)よりも大きい(例えば、 $T_{ne}(n) > 2.5 \times T_{ne}(n-1)$ ) 10 ことにより、極大位置エネルギー位相TOPでのパルス幅 $T_{ne}(n)$ の極大化や逆転回転位相RVSでの極大化とは区別して判定できる。

【0074】欠歯12bによるものでなければ(S141で「NO」)、次にパルス出力のカウント数を表す変数mを「1」増加させる(S142)。そして変数mが3以上となったか否かが判定される(S143)。m $\geq$ 3であれば(S143で「YES」)、次に変数mに「0」を設定し(S144)、更に、クランクカウンタCCRNKを「1」増加させる(S145)。そして、クランクカウンタCCRNKが「23」より大きいかが判定される(S146)。CCRNK $>$ 23であれば(S146で「YES」)、クランクカウンタCCRNKに「0」を設定する(S147)。 20

【0075】なお、ステップS143でm $<$ 3の場合は(S143で「NO」)、クランクカウンタCCRNKは「1」増加させることなく一旦CCRNK更新処理を出る。また、ステップS146でCCRNK $\leq$ 23であれば(S146で「NO」)、クランクカウンタCCRNKに「0」を設定することなく、一旦CCRNK更新 30 処理を出る。

【0076】今回のパルス出力が欠歯12bを検出したものであった場合には(S141で「YES」)、次に今回の欠歯検出と前回の欠歯検出との間に2回のカム角信号PCAが入力されているか否かが判定される(S148)。2回のカム角信号PCAが入力されていれば(S148で「YES」)、クランクカウンタCCRNKに「4」が設定される(S149)。2回のカム角信号PCAが入力されていなければ(S148で「NO」)、クランクカウンタCCRNKに「16」が設定 40 される(S150)。

【0077】なお、このCCRNK更新処理(S140：図8)はエンジン2の駆動中にも行われている。本実施の形態では、上述したごとくエンジン2の駆動停止後もクランクシャフト4が停止するまで実行されることになる。

【0078】CCRNK更新処理(S140：図8)が終了すると、次にNE信号のパルス幅 $T_{ne}$ が極大となったか否かが判定される(S160)。例えば、前々回のパルス幅 $T_{ne}(n-2)$ から前回のパルス幅 $T_{ne}$  50

(n-1)へはパルス幅が増加しており、今回のパルス幅 $T_{ne}(n)$ が前回のパルス幅 $T_{ne}(n-1)$ よりも減少している場合に、前回の制御周期にてパルス幅 $T_{ne}(n-1)$ が極大となったと判定される。すなわち前後の状態よりもパルス幅 $T_{ne}(n-1)$ が長ければ、その位相で極大となったと判定される。パルス幅 $T_{ne}(n-1)$ が極大となっていなければ(S160で「NO」)、このまま、停止行程判別処理を一旦終了する。パルス幅 $T_{ne}$ が極大となっていれば(S160で「YES」)、次に行程状態変数N設定処理が実行される(S170)。

【0079】図9に行程状態変数N設定処理の詳細を示す。行程状態変数N設定処理では、まず、前回制御周期時のクランクカウンタCCRNK(n-1)が「0, 4, 6, 12, 16, 18」のいずれかに該当するか否かを判定する(S171)。この内、CCRNK(n-1) = 「4, 16」は、欠歯12bによりパルス幅 $T_{ne}$ に極大が現れるクランク角位相に対応している。また、CCRNK(n-1) = 「0, 6, 12, 18」 20 は、極大位置エネルギー位相TOPを通過する際に一旦回転数が低下することによりパルス幅 $T_{ne}$ に極大が現れるクランク角位相に対応している。

【0080】このように、正回転を継続していてもCCRNK(n-1) = 「0, 4, 6, 12, 16, 18」である場合にはパルス幅 $T_{ne}$ が極大となる。このような極大位相が生じたことが判明すると(S171で「YES」)、このまま一旦行程状態変数N設定処理から出る。

【0081】CCRNK(n-1) = 「0, 4, 6, 12, 16, 18」でない場合には(S171で「NO」)、次にCCRNK(n-1) = 「18~23」か否かが判定される(S172)。このようにCCRNK(n-1) = 「18~23」である状態は、図5に示されているごとく、#1が圧縮行程、#2が膨張行程、#3が吸気行程および#4が排気行程にある状態を示している。なお、以下、行程状態は、圧縮行程の気筒にて代表して述べるものとする。したがって、この場合の行程状態は#1が圧縮行程となっている状態である。

【0082】CCRNK(n-1) = 「18~23」であれば(S172で「YES」)、行程状態変数Nに「1」が設定され(S173)、このまま一旦行程状態変数N設定処理を出る。なお、行程状態変数Nには初値として「0」が予め設定されているものとする。

【0083】ここで、ステップS172にて「YES」と判定された状態は、前回制御周期でのクランクカウンタCCRNK(n-1)が「18~23」にある時に、パルス幅 $T_{ne}(n-1)$ が極大になったことを示している。ただし、CCRNK(n-1) = 「18」については、ステップS171にて「YES」となるため、ステップS172にて「YES」と判定されることはな

い。すなわち、ステップS172にて「YES」と判定された状態は、#1が圧縮行程である状態において、正回転を継続していたのでは通常生じないクランク角位相にて、パルス幅 $T_{ne}(n-1)$ が最初に極大となったことを示している。

【0084】この状態となるには、2つの場合が考えられる。第1の場合は、#1が圧縮行程にある時に最初の逆転が生じた場合である。したがって、この場合は、クランクシャフト4は、以後、クランク角位相 $540^\circ$  CAと $0(720)^\circ$  CAとの間の領域で、逆回転と正回

転とを繰り返して、極小位置エネルギー回転位相BTM( $630^\circ$  CA)あるいはこの位相近傍にて回転を停止する。

【0085】第2の場合は、最初の逆転が実際には、CCRNK( $n-1$ ) = 「0, 4, 6, 12, 16, 18」と重なったために、ステップS171にて「YES」と判定されて、最初の逆転は検出されず、実際には2番目の逆転が最初の逆転として検出された場合である。例えば、CCRNK( $n-1$ ) = 「16」または「18」にて最初の逆転が生じたが、ステップS171

にて「YES」と判定されて検出されず、2番目の逆転、すなわち逆回転から正回転への逆転時に生じたパルス幅 $T_{ne}(n-1)$ の極大を捉えた場合である。この場合は、実際には#2の圧縮行程(CCRNK( $n-1$ ) = 「12~17」)にて逆回転と正回転とを繰り返して、極小位置エネルギー回転位相BTM( $450^\circ$  CA)あるいはこの位相近傍にて回転を停止することになる。しかし、逆回転においてもNE信号がカウントされてクランクカウンタCCRNKがカウントアップされるので、逆転の検出時のクランクカウンタCCRNK( $n-1$ )の数値は、#1が圧縮行程状態にあるかのような値を示す。

【0086】このように、第1の場合と第2の場合とが存在するため、行程状態変数N = 「1」は、完全停止時のクランク角位相が#1と#2とのいずれかが圧縮行程にあることを表すものとなる。

【0087】また、ステップS171, S172にて共に「NO」と判定されると、次にCCRNK( $n-1$ ) = 「0~5」か否かが判定される(S174)。このようにCCRNK( $n-1$ ) = 「0~5」である状態は、#3が圧縮行程にある状態を示している。CCRNK( $n-1$ ) = 「0~5」であれば(S174で「YES」)、行程状態変数Nに「2」が設定され(S175)、このまま一旦行程状態変数N設定処理を出る。

【0088】ここで、ステップS174にて「YES」と判定された状態は、クランクカウンタCCRNK( $n-1$ )が「0~5」にある時に、パルス幅 $T_{ne}(n-1)$ が極大になったことを示している。ただし、CCRNK( $n-1$ ) = 「0」および「4」については、ステップS171にて「YES」となるため、ステップS1

74にて「YES」と判定されることはない。すなわち、正回転を継続していたのでは通常生じないクランク角位相にて、最初にパルス幅 $T_{ne}(n-1)$ が極大となったことを示している。

【0089】この状態となるには、2つの場合が考えられる。第1の場合は、#3が圧縮行程にある時に最初の逆転が生じた場合である。したがって、この場合は、クランクシャフト4は、以後、クランク角位相 $0^\circ$  CAと $180^\circ$  CAとの間の領域で、逆回転と正回転とを繰り返して、極小位置エネルギー回転位相BTM( $90^\circ$  CA)あるいはこの位相近傍にて回転を停止する。

【0090】第2の場合は、最初の逆転が実際には、CCRNK = 「0, 4, 6, 12, 16, 18」と重なったために、ステップS171にて「YES」と判定されて、最初の逆転は検出されず、2番目の逆転が最初の逆転であると検出された場合である。例えば、CCRNK = 「0」にて最初の逆転が生じたが、ステップS171にて「YES」と判定されて検出されず、2番目の逆転、すなわち逆回転から正回転に切り替わった場合に生じたパルス幅 $T_{ne}(n-1)$ の極大を捉えた場合である。この場合は、実際には#1の圧縮行程(CCRNK( $n-1$ ) = 「18~23」)にて逆回転と正回転とを繰り返して、極小位置エネルギー回転位相BTM( $630^\circ$  CA)あるいはこの位相近傍にて回転を停止することになる。しかし、逆回転においてもNE信号がカウントされてクランクカウンタCCRNKがカウントアップされるので、クランクカウンタCCRNK( $n-1$ )の数値は、#3が圧縮行程にあるかのような値を示すようになる。

【0091】このように、行程状態変数N = 「2」は、完全停止時のクランク角位相が#1と#3とのいずれかが圧縮行程状態にあることを表すものとなる。また、ステップS171, S172, S174にて共に「NO」と判定されると、次にCCRNK( $n-1$ ) = 「6~11」か否かが判定される(S176)。このようにCCRNK( $n-1$ ) = 「6~11」である状態は、#4が圧縮行程にある状態を示している。CCRNK( $n-1$ ) = 「6~11」であれば(S176で「YES」)、行程状態変数Nに「3」が設定され(S177)、このまま一旦行程状態変数N設定処理を出る。

【0092】ここで、ステップS176にて「YES」と判定された状態は、クランクカウンタCCRNK( $n-1$ )が「6~11」にある時に、パルス幅 $T_{ne}(n-1)$ が極大になったことを示している。ただし、CCRNK( $n-1$ ) = 「6」については、ステップS171にて「YES」となるため、ステップS176にて「YES」と判定されることはない。すなわち、正回転を継続していたのでは通常生じないクランク角位相にて、最初にパルス幅 $T_{ne}(n-1)$ が極大となったことを示している。

【0093】この状態となるには、2つの場合が考えられる。第1の場合は、#4が圧縮行程にある時に最初の逆転が生じた場合である。したがって、この場合は、クランクシャフト4は、以後、クランク角位相 $180^{\circ}$  CAと $360^{\circ}$  CAとの間の領域で、逆回転と正回転とを繰り返して、極小位置エネルギー回転位相BTM ( $270^{\circ}$  CA) あるいはこの位相近傍にて回転を停止する。

【0094】第2の場合は、最初の逆転が実際には、CCRNK ( $n-1$ ) = 「0, 4, 6, 12, 16, 18」と重なったために、ステップS171にて「YES」と判定されて、実際には最初の逆転は検出されず、2番目の逆転が最初の逆転として検出された場合である。例えば、CCRNK = 「4」または「6」にて最初の逆転が生じたが、ステップS171にて「YES」と判定されて検出されず、2番目の逆転、すなわち逆回転から正回転に切り替わった場合に生じたパルス幅Tne ( $n-1$ ) の極大を捉えた場合である。この場合は、実際には#3の圧縮行程 (CCRNK ( $n-1$ ) = 「0~5」) にて逆回転と正回転とを繰り返して、極小位置エネルギー回転位相BTM ( $90^{\circ}$  CA) あるいはこの位相近傍にて回転を停止することになる。しかし、逆回転においてもNE信号がカウントされてクランクカウンタCCRNKがカウントアップされるので、クランクカウンタCCRNK ( $n-1$ ) の数値は、#4が圧縮行程にあるかのような値を示す。

【0095】このように、行程状態変数N = 「3」は、完全停止時のクランク角位相が#3と#4とのいずれかが圧縮行程状態にあることを表すものとなる。また、ステップS171, S172, S174, S176にて共に「NO」と判定されると、次にCCRNK ( $n-1$ ) = 「12~17」か否かが判定される (S178)。このようにCCRNK ( $n-1$ ) = 「12~17」である状態は、#2が圧縮行程にある状態を示している。CCRNK ( $n-1$ ) = 「12~17」であれば (S178で「YES」)、行程状態変数Nに「4」が設定され (S179)、このまま一旦行程状態変数N設定処理を出る。

【0096】ここで、ステップS178にて「YES」と判定された状態は、クランクカウンタCCRNK ( $n-1$ ) が「12~17」にある時に、パルス幅Tne ( $n-1$ ) が極大になったことを示している。ただし、CCRNK = 「12」および「16」については、ステップS171にて「YES」となるため、ステップS178にて「YES」と判定されることはない。すなわち、正回転を継続していたのでは通常生じないクランク角位相にて、最初にパルス幅Tne ( $n-1$ ) が極大になったことを示している。

【0097】この状態となるには、2つの場合が考えられる。第1の場合は、#2が圧縮行程にある時に最初の逆転が生じた場合である。したがって、この場合は、ク

ランクシャフト4は、以後、クランク角位相 $360^{\circ}$  CAと $540^{\circ}$  CAとの間の領域で、逆回転と正回転とを繰り返して、極小位置エネルギー回転位相BTM ( $430^{\circ}$  CA) あるいはこの位相近傍にて回転を停止する。

【0098】第2の場合は、最初の逆転が実際には、CCRNK = 「0, 4, 6, 12, 16, 18」と重なったために、ステップS171にて「YES」と判定されて、最初の逆転は検出されず、2番目の逆転が最初の逆転として検出された場合である。例えば、CCRNK = 「12」にて最初の逆転が生じたが、ステップS171にて「YES」と判定されて検出されず、2番目の逆転、すなわち逆回転から正回転に切り替わった場合に生じたパルス幅Tne ( $n-1$ ) の極大を捉えた場合である。この場合は、実際には#4の圧縮行程 (CCRNK ( $n-1$ ) = 「6~11」) にて逆回転と正回転とを繰り返して、極小位置エネルギー回転位相BTM ( $270^{\circ}$  CA) あるいはこの位相近傍にて回転を停止することになる。しかし、逆回転においてもNE信号がカウントされてクランクカウンタCCRNKがカウントアップされるので、クランクカウンタCCRNK ( $n-1$ ) の数値は、#2が圧縮行程状態にあるかのような値を示すようになる。

【0099】このように、行程状態変数N = 「4」は、完全停止時のクランク角位相が#2と#4とのいずれかが圧縮行程状態にあることを表すものとなる。なお、3番目以降の逆転において前述したステップS172, S174, S176, S178にて「YES」と判定される場合は極めて少ない。しかし、このように3番目以降の逆転が最初の逆転として検出されたとしても、正回転および逆回転の繰り返しによるクランクカウンタCCRNKの増加は大きなものでない。したがって行程状態変数Nにて限定した完全停止時のクランク角位相から外れるような誤差は生じない。

【0100】次に、ステップS171, S172, S174, S176, S178にて共に「NO」と判定されると、このまま一旦行程状態変数N設定処理を出る。したがって、この場合は行程状態変数Nは初期設定の「0」のままである。

【0101】なお、停止行程判別処理 (図7) において、NE信号のパルス出力による割り込みでなく、クランクシャフト4の回転停止時の割り込みである場合は (S110で「NO」)、逆転が検出されずに停止したことを示しており、停止したクランク角位相でのクランクカウンタCCRNKについて判定される。この場合は、上述した行程状態変数N設定処理 (図9) のステップS172から実行される。

【0102】したがって、CCRNK ( $n-1$ ) = 「18~23」であれば (S172で「YES」)、行程状態変数Nに「1」が設定され (S173)、#1と#2とのいずれかが圧縮行程にあることを示す。すなわち、

10

20

30

40

50

全く逆転せずに CCRNK (n-1) = 「18~23」の値であれば #1 の圧縮行程で回転停止したことになる。また、最初の逆転が実際には、CCRNK = 「0, 4, 6, 12, 16, 18」と重なったために、ステップ S171 にて「YES」と判定され、その後、逆転無しで CCRNK (n-1) = 「18~23」の値となれば #2 の圧縮行程で回転停止したことになる。最初の逆転ばかりでなくすべての逆転がごとごとく CCRNK = 「0, 4, 6, 12, 16, 18」と重なった場合も #2 の圧縮行程で回転停止したことになる。

【0103】同様に、CCRNK = 「0~5」であれば (S174 で「YES」)、行程状態変数 N に「2」が設定され (S175)、#1 と #3 とのいずれかが圧縮行程にあることを示す。また、CCRNK = 「6~11」であれば (S176 で「YES」)、行程状態変数 N に「3」が設定され (S177)、#3 と #4 とのいずれかが圧縮行程にあることを示す。また、CCRNK = 「12~17」であれば (S178 で「YES」)、行程状態変数 N に「4」が設定され (S179)、#2 と #4 とのいずれかが圧縮行程にあることを示す。

【0104】このようにして、行程状態変数 N 設定処理 (S170: 図9) が終了すると次に行程状態変数 N = 「0」か否かが判定される (S180)。行程状態変数 N が「0」であって (S180 で「YES」)、未だ行程状態変数 N が設定されていなければ、一旦、停止行程判別処理を終了する。

【0105】一方、行程状態変数 N に「1~4」のいずれかの値が設定されていれば (S180 で「NO」)、停止行程判別処理割り込み実行を停止する設定をして (S190)、停止行程判別処理を終了する。この停止行程判別処理割り込み実行の停止設定 (S190) により、再度、運転者がイグニッションスイッチ 10 をオン位置からアクセサリ位置もしくはオフ位置に切り換えるまで、あるいはエコランシステムにより自動停止されるまで、停止行程判別処理 (図7) は停止される。なお、行程状態変数 N の値は、バックアップ RAM 50d に記憶されるので、停止行程判別処理 (図7) 後に ECU 50 の電源が切られた場合でも、次の始動時まで保持される。

【0106】次に、上述したごとく設定されバックアップ RAM 50d に記憶された行程状態変数 N の値に基づいて始動時に行われる処理について説明する。この始動時とは、イグニッションスイッチ 10 をスタート位置にした時、あるいはエコランシステムにより自動始動を開始した時である。

【0107】図10に行程状態変数 N の値に基づいて行われる始動時燃料噴射処理を示す。本処理は始動時に 1 回実行される処理である。本処理が開始されると、まず、行程状態変数 N が「1」か否かが判定される (S2

10)。N = 「1」であれば (S210 で「YES」)、#1 と #2 とのいずれかが圧縮行程状態にあることを示していることから、この行程状態では #1 と #3 とのいずれかが吸気行程にあることになる。したがって、#1 と #3 との両方に燃料噴射を実行する (S220)。すなわち、始動時に冷却水温 THW に基づいて設定された燃料量を、#1 と #3 との両方の燃料噴射弁 40 から、各吸気ポート 20a に向けて噴射する。こうして始動時燃料噴射処理を終了する。このことにより、吸気行程にある #1 と #3 とのいずれかの燃焼室 18 に、エンジン 2 のクランキングにより、燃料は吸気とともに直ちに吸い込まれる。そして、引き続いて圧縮行程となり、圧縮行程の終了近傍で点火がなされて初爆がなされる。

【0108】例えば、実際には停止状態では #1 が圧縮行程にあった場合には (CCRNK = 「18~23」)、この時に吸気行程にあるのは #3 である。したがって、#3 の吸気ポート 20a に向けて噴射された燃料が直ちに吸入されて、クランク角位相 = 180° CA 近傍にて初爆となる。そして、#1 の吸気ポート 20a に向けて噴射された燃料は、3 行程後に訪れる吸気行程にて #1 の燃焼室 18 に吸入されて燃焼に用いられる。

【0109】また、実際には #2 が圧縮行程であった場合には (CCRNK = 「12~17」)、吸気行程にあるのは #1 となる。したがって、#1 の吸気ポート 20a に向けて噴射された燃料が直ちに吸入されて、クランク角位相 = 0° CA 近傍にて初爆となる。そして、#3 の吸気ポート 20a に向けて噴射された燃料は、更に直後の吸気行程にて #3 の燃焼室 18 に吸入されてクランク角位相 = 180° CA 近傍にて点火燃焼される。

【0110】N = 「1」でなければ (S210 で「NO」)、次に行程状態変数 N が「2」か否かが判定される (S230)。N = 「2」であれば (S230 で「YES」)、#1 と #3 とのいずれかが圧縮行程状態にあることを示していることから、この行程状態では #3 と #4 とのいずれかが吸気行程にある。したがって、#3 と #4 との両方に燃料噴射を実行する (S240)。すなわち、始動時に冷却水温 THW に基づいて設定された燃料量を、#3 と #4 との両方の燃料噴射弁 40 から、各吸気ポート 20a に向けて噴射する。こうして始動時燃料噴射処理を終了する。このことにより、吸気行程にある #3 と #4 とのいずれかの燃焼室 18 に、エンジン 2 のクランキング時に、燃料は吸気とともに直ちに吸い込まれる。そして、引き続いて圧縮行程となり、圧縮行程の終了時に点火がなされて初爆がなされる。

【0111】例えば、実際には #3 が圧縮行程であった場合には (CCRNK = 「0~5」)、吸気行程にあるのは #4 である。したがって、#4 の吸気ポート 20a に向けて噴射された燃料が直ちに吸入されて、クランク角位相 = 360° CA 近傍にて初爆となる。そして、#

3の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料は、3行程後に訪れる吸気行程にて#3の燃焼室18に吸入されて燃焼に用いられる。

【0112】また、実際には#1が圧縮行程であった場合には(CCRNK=「18~23」)、吸気行程にあるのは#3である。したがって、#3の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料が直ちに吸入されて、クランク角位相=180°CA近傍にて初爆となる。そして、#4の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料は、更に直後の吸気行程にて#4の燃焼室18に吸入されてク

ランク角位相=360°CA近傍にて点火燃焼される。  
【0113】N=「2」でなければ(S230で「NO」)、次に行程状態変数Nが「3」か否かが判定される(S250)。N=「3」であれば(S250で「YES」)、#3と#4とのいずれかが圧縮行程状態にあることを示していることから、この行程状態では#2と#4とのいずれかが吸気行程にある。したがって、#2と#4との両方に燃料噴射を実行する(S260)。すなわち、始動時に冷却水温THWに基づいて設定された燃料量を、#2と#4との両方の燃料噴射弁40から、各吸気ポート20aに向けて噴射する。こうして始動時燃料噴射処理を終了する。このことにより、吸気行程にある#2と#4とのいずれかの燃焼室18に、エンジン2のクランキング時に燃料は吸気とともに直ちに吸い込まれる。そして、引き続いて圧縮行程となり、圧縮行程の終了時に点火がなされて初爆がなされる。

【0114】例えば、実際には#4が圧縮行程であった場合には(CCRNK=「6~11」)、吸気行程にあるのは#2である。したがって、#2の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料が直ちに吸入されて、クランク角位相=540°CA近傍にて初爆となる。そして、#4の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料は、3行程後に訪れる吸気行程にて#4の燃焼室18に吸入されて燃焼に用いられる。

【0115】また、実際には#3が圧縮行程であった場合には(CCRNK=「0~5」)、吸気行程にあるのは#4である。したがって、#4の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料が直ちに吸入されて、クランク角位相=360°CA近傍にて初爆となる。そして、#2の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料は、更に直後の吸気行程にて#2の燃焼室18に吸入されてクランク角位相=540°CA近傍にて点火燃焼される。

【0116】N=「3」でなければ(S250で「NO」)、行程状態変数Nが「4」である。このことは、#2と#4とのいずれかが圧縮行程状態にあることを示していることから、この行程状態では#1と#2とのいずれかが吸気行程にある。したがって、#1と#2との両方に燃料噴射を実行する(S270)。すなわち、始動時に冷却水温THWに基づいて設定された燃料量を、#1と#2との両方の燃料噴射弁40から、各吸気ポ

ート20aに向けて噴射する。こうして始動時燃料噴射処理を終了する。このことにより、吸気行程にある#1と#2とのいずれかの燃焼室18に、エンジン2のクランキング時に燃料は吸気とともに直ちに吸い込まれる。そして、引き続いて圧縮行程となり、圧縮行程の終了時に点火がなされて初爆がなされる。

【0117】例えば、実際には#2が圧縮行程であった場合には(CCRNK=「12~17」)、吸気行程にあるのは#1である。したがって、#1の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料が直ちに吸入されて、クランク角位相=720°CA近傍にて初爆となる。そして、#2の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料は、3行程後に訪れる吸気行程にて#2の燃焼室18に吸入されて燃焼に用いられる。

【0118】また、実際には#4が圧縮行程であった場合には(CCRNK=「6~11」)、吸気行程にあるのは#2である。したがって、#2の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料が直ちに吸入されて、クランク角位相=540°CAにて初爆となる。そして、#1の吸気ポート20aに向けて噴射された燃料は、更に直後の吸気行程にて#1の燃焼室18に吸入されてクランク角位相=0°CA近傍にて点火燃焼される。

【0119】次に、イグニッションスイッチ10をスタート位置にした時以後、あるいはエコランシステムにより自動始動を開始した時以後に行われるクランク角設定処理について図11~15に基づいて説明する。本クランク角設定処理はNE信号のパルス出力毎に割り込み実行される処理である。

【0120】クランク角設定処理が開始されると、まず、選別完了フラグFsが「OFF」か否かが判定される(S310)。ここで、選別完了フラグFsは後述する各選別処理(図12~15)にて、始動開始時に圧縮行程にある気筒が選別された場合に「ON」に設定されるフラグであり、始動時にはFs=「OFF」に初期化されている。したがって、最初はFs=「OFF」(S310で「YES」)であるので、次にスタータ8がオンしてからの回転クランク角Sc aをカウントする(S315)。すなわち、ステップS315の実行毎に10°CAが加算される。ただし欠歯12bであった場合には30°CAが加算される。

【0121】次にバックアップRAM50dに記憶されている行程状態変数Nを読み出して、N=「1」か否かを判定する(S320)。ここで、N=「1」であれば(S320で「YES」)、図12に示す#1、2選別処理が実行される(S330)。N=「1」では、前述したごとくエンジン2の停止時の行程状態は、#1あるいは#2のいずれかが圧縮行程にあることが判明している。すなわち、#1、2選別処理は、実際には#1あるいは#2のいずれの圧縮行程が停止時(始動時)の行程状態であるかを決定し、クランクカウンタCCRNKを

早期に設定するための処理である。

【0122】#1, 2選別処理が開始されると、まず、今回の割り込み実行に対応するNE信号が欠歯12bに該当するものか否かを判定する(S331)。欠歯12bに該当しない内は(S331で「NO」)、次に、カム角信号PCAが2回入力したか否かが判定される(S332)。カム角信号PCAが入力されていなかったり、あるいはカム角信号PCAがまだ1回である内は(S332で「NO」)、このまま#1, 2選別処理(図12)を出る。そしてクランク角設定処理(図11)についても一旦終了する。

【0123】一方、NE信号が欠歯12bに該当すれば(S331で「YES」)、前記回転クランク角Sc aが $80^\circ$  CA以内か否かが判定される(S333)。Sc a $\leq 80^\circ$  CAであれば(S333で「YES」)、始動時に圧縮行程にある気筒として#2が該当することから、RAM50c内に設定されている始動時気筒変数SSに「#2」を記憶する(S334)。

【0124】図5に示したごとく、N=「1」では、停止時のエンジン2は#1あるいは#2のいずれかが圧縮行程にあり、しかも、この内でも極小位置エネルギー回転位相BTM( $450^\circ$  CAまたは $630^\circ$  CA)、あるいはこの近傍の回転位相にある。この状態からエンジン2が回転して、スタータ8のオンから $80^\circ$  CA以内に欠歯12bの回転位相KKBとなるのは、始動開始時に#2が圧縮行程にある状態のみである。したがって、始動時気筒変数SSに「#2」が記憶されることになる。なお、図5は、VVT39が、クランクシャフト4に対する吸気カムシャフト28の相対位相を、始動時の位相である最遅角位相に配置している状態を示している。

【0125】そして、#2が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、最初に欠歯12bを検出する回転位相KKBは $480^\circ$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「16」を設定する(S335)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して(S336)、#1, 2選別処理(図12)を出る。

【0126】一方、欠歯12bを検出されない内に(S331で「NO」)、カム角信号PCAが2回入力すると(S332で「YES」)、始動時に圧縮行程にある気筒として#2が該当することから、始動時気筒変数SSに「#2」を記憶する(S337)。

【0127】図5に示したごとく、停止時のエンジン2が、実際に#2が圧縮行程にある状態にあったとしても、フリクションなどの関係で最初に欠歯12bを検出する回転位相KKBである $480^\circ$  CAにあるかわずかに越えている場合も考えられる。この場合には、欠歯12bが検出される前にカム角信号PCAが2回入力することになる。したがって、このような場合には始動時気筒変数SSには「#2」が記憶される。

【0128】そして、#2が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、2つ目のカム角信号PCAが入力する回転位相は $0^\circ$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「0」を設定する(S338)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して(S336)、#1, 2選別処理(図12)を出る。

【0129】また2回のカム角信号PCAが検出されない内に欠歯12bが検出され(S331で「YES」)、しかも回転クランク角Sc aが $80^\circ$  CAを越えていた場合は(S333で「NO」)、始動時に圧縮行程にある気筒としては#1が該当する。このため始動時気筒変数SSに「#1」を記憶する(S339)。

【0130】図5に示したごとく、N=「1」の停止状態からエンジン2が回転して、2回のカム角信号PCAが検出されない内にスタータ8のオンから $80^\circ$  CAを越えた後に欠歯12bの回転位相KKBとなるのは、始動開始時に#1が圧縮行程にある場合のみである。したがって、始動時気筒変数SSに「#1」が記憶されることになる。

【0131】そして、#1が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、最初に欠歯12bを検出する回転位相KKBは、 $120^\circ$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「4」を設定する(S340)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して(S336)、#1, 2選別処理(図12)を出る。

【0132】クランク角設定処理(図11)にて、N=「1」でない場合には(S320で「NO」)、次にN=「2」か否かが判定される(S350)。N=「2」であれば(S350で「YES」)、図13に示す#1, 3選別処理が実行される(S360)。N=「2」では、前述したごとくエンジン2の停止時の行程状態は、#1あるいは#3のいずれかが圧縮行程にあることが判明している。すなわち、#1, 3選別処理は、実際には#1あるいは#3のいずれかが停止時(始動時)の行程状態であるかを決定し、クランクカウンタCCRNKを早期に設定するための処理である。

【0133】#1, 3選別処理が開始されると、まず、今回の割り込み実行に対応するNE信号が欠歯12bに該当するものか否かを判定する(S361)。欠歯12bに該当しない内は(S361で「NO」)、次に、カム角信号PCAが入力したか否かが判定される(S362)。カム角信号PCAが入力されていない内は(S362で「NO」)、このまま#1, 3選別処理(図13)を出る。そしてクランク角設定処理(図11)についても一旦終了する。

【0134】一方、NE信号が欠歯12bに該当すれば(S361で「YES」)、始動時に圧縮行程にある気筒として#3が始動時気筒変数SSに記憶される(S364)。図5に示したごとく、N=「2」では、停止時のエンジン2は#1あるいは#3のいずれかが圧縮行程

にあり、しかも、この内でも極小位置エネルギー回転位相BTM ( $630^\circ$  CAまたは $90^\circ$  CA)、あるいはこの近傍の回転位相状態にある。この状態からエンジン2が回転して、スタータ8のオンからカム角信号PCAが入力しない内に欠歯12bの回転位相KKBとなるのは、始動開始時に#3が圧縮行程にある場合のみである。したがって、始動時気筒変数SSに「#3」が記憶されることになる。

【0135】そして、#3が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、最初に欠歯12bを検出する回転位相KKBは、 $120^\circ$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「4」を設定する (S365)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して (S366)、#1, 3選別処理 (図13) を出る。

【0136】一方、欠歯12bが検出されない内に (S361で「NO」)、カム角信号PCAの入力があると (S362で「YES」)、次に前記回転クランク角Scaが $180^\circ$  CA以内か否かが判定される (S367)。Sca $\leq 180^\circ$  CAであれば (S367で「YES」)、始動時に圧縮行程にある気筒として「#1」が始動時気筒変数SSに記憶される (S368)。N=「2」の停止状態では、スタータ8のオンから $180^\circ$  CA以内にカム角信号PCAの入力があるのは、始動開始時に#1が圧縮行程にある場合のみである。したがって、始動時気筒変数SSに「#1」が記憶されることになる。

【0137】そして、#1が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、最初にカム角信号PCAの入力があるのは、 $0^\circ$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「0」を設定する (S369)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して (S366)、#1, 3選別処理 (図13) を出る。

【0138】また、Sca $> 180^\circ$  CAであれば (S367で「NO」)、始動時に圧縮行程にある気筒として「#3」が始動時気筒変数SSに記憶される (S370)。図5に示したごとく、停止時に#3が圧縮行程にあったとしても、フリクションなどの関係で最初に欠歯12bを検出する回転位相KKBである $120^\circ$  CAにあるかわずかに越えている場合が考えられる。この場合には、Sca $> 180^\circ$  CAとなった後、クランク角 $480^\circ$  CAの欠歯12bが検出される前にクランク角 $360^\circ$  CAにてカム角信号PCAが入力することになる。したがって、このような場合には始動時気筒変数SSには「#3」が記憶される。

【0139】そして、#3が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、Sca $> 180^\circ$  CAとなった後、カム角信号PCAが入力する回転位相は $360^\circ$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「12」を設定する (S371)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して (S366)、#1, 3

選別処理 (図13) を出る。

【0140】クランク角設定処理 (図11) にて、N=「2」でない場合には (S350で「NO」)、次にN=「3」か否かが判定される (S380)。N=「3」であれば (S380で「YES」)、図14に示す#3, 4選別処理が実行される (S390)。N=「3」では、前述したごとくエンジン2の停止時の行程状態は、#3あるいは#4のいずれかが圧縮行程にあることが判明している。すなわち、#3, 4選別処理は、#3あるいは#4のいずれが停止時 (始動時) の行程状態であるかを決定し、クランクカウンタCCRNKを早期に設定するための処理である。

【0141】#3, 4選別処理が開始されると、まず、今回の割り込み実行に対応するNE信号が欠歯12bに該当するものか否かを判定する (S391)。欠歯12bに該当しない内は (S391で「NO」)、次に、カム角信号PCAが入力したか否かが判定される (S392)。カム角信号PCAが入力されていない内は (S392で「NO」)、このまま#3, 4選別処理 (図14) を出る。そしてクランク角設定処理 (図11) についても一旦終了する。

【0142】一方、NE信号が欠歯12bに該当すれば (S391で「YES」)、始動時に圧縮行程にある気筒として「#3」が始動時気筒変数SSに記憶される (S394)。図5に示したごとく、N=「3」では、停止時のエンジン2は#3あるいは#4のいずれかが圧縮行程にあり、しかも、この内でも極小位置エネルギー回転位相BTM ( $90^\circ$  CAまたは $270^\circ$  CA)、あるいはこの近傍の回転位相状態にある。この状態からエンジン2が回転して、スタータ8のオンからカム角信号PCAが入力しない内に、欠歯12bの回転位相KKBとなるのは、始動開始時に#3が圧縮行程にある場合のみである。したがって、始動時気筒変数SSに「#3」が記憶されることになる。

【0143】そして、#3が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、最初に欠歯12bを検出する回転位相KKBは $120^\circ$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「4」を設定する (S395)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して (S396)、#3, 4選別処理 (図14) を出る。

【0144】一方、欠歯12bが検出されない内に (S391で「NO」)、カム角信号PCAの入力があると (S392で「YES」)、次に前記回転クランク角Scaが $180^\circ$  CA以内か否かが判定される (S397)。Sca $\leq 180^\circ$  CAであれば (S397で「YES」)、始動時に圧縮行程にある気筒として「#4」が始動時気筒変数SSに記憶される (S398)。N=「3」の停止状態では、始動開始時から $180^\circ$  CA以内にカム角信号PCAの入力があるのは、始動開始時に#4が圧縮行程にある場合のみである。したがって、始



動時気筒変数SSに「#4」が記憶されることになる。

【0145】そして、#4が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、最初にカム角信号PCAの入力があるのは、 $360^{\circ}$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「12」を設定する(S39

9)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して(S396)、#3、4選別処理(図14)を出す。

【0146】また、 $Sca > 180^{\circ}$  CAであれば(S397で「NO」)、始動時に圧縮行程にある気筒として「#3」が始動時気筒変数SSに記憶される(S400)。図5に示したごとく、停止時のエンジン2が#3が圧縮行程にある状態にあったとしても、フリクションなどの関係で最初に欠歯12bを検出する回転位相KKBである $120^{\circ}$  CAにあるかわずかに越えている場合が考えられる。この場合には、 $Sca > 180^{\circ}$  CAとなった後、クランク角 $480^{\circ}$  CAの欠歯12bが検出される前にクランク角 $360^{\circ}$  CAにてカム角信号PCAが入力することになる。したがって、このような場合には始動時気筒変数SSには「#3」が記憶される。

【0147】そして、#3が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、 $Sca > 180^{\circ}$  CAとなった後、カム角信号PCAが入力する回転位相は $360^{\circ}$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「12」を設定する(S401)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して(S396)、#3、4選別処理(図14)を出す。

【0148】クランク角設定処理(図11)にて、 $N = 「3」$ でない場合には(S380で「NO」)、 $N = 「4」$ である。したがって、図15に示す#2、4選別処理が実行される(S410)。 $N = 「4」$ では、前述したごとくエンジン2の停止時の行程状態は、#2あるいは#4のいずれかが圧縮行程にあることが判明している。すなわち、#2、4選別処理は、#2あるいは#4のいずれかが停止時(始動時)の行程状態であるかを決定し、クランクカウンタCCRNKを早期に設定するための処理である。

【0149】#2、4選別処理が開始されると、まず、今回の割り込み実行に対応するNE信号が欠歯12bに該当するものか否かを判定する(S411)。欠歯12bに該当しない場合は(S411で「NO」)、カム角信号PCAが2回入力したか否かが判定される(S416)。カム角信号PCAが2回入力していなければ(S416で「NO」)、このまま#2、4選別処理(図15)を出す。そしてクランク角設定処理(図11)についても一旦終了する。

【0150】一方、NE信号が欠歯12bに該当すれば(S411で「YES」)、次に前回回転クランク角Scacが $80^{\circ}$  CA以内か否かが判定される(S412)。Scac $\leq 80^{\circ}$  CAであれば(S412で「YES」)、始動時に圧縮行程にある気筒として「#2」が

始動時気筒変数SSに記憶される(S413)。 $N = 「4」$ の停止状態では、スタータ8のオンから $80^{\circ}$  CA以内に欠歯12bとなるのは、始動開始時に#2が圧縮行程にある場合のみである。したがって、始動時気筒変数SSに「#2」が記憶されることになる。

【0151】そして、#2が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、最初に欠歯12bとなるのは $480^{\circ}$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「16」を設定する(S414)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して(S415)、#2、4選別処理(図15)を出す。

【0152】また、カム角信号PCAが2回入力しない内に(S416で「NO」)、欠歯12bが検出され、 $Scac > 80^{\circ}$  CAであれば(S412で「NO」)、始動時に圧縮行程にある気筒として「#4」が始動時気筒変数SSに記憶される(S417)。 $N = 「4」$ の停止状態では、始動開始時から $80^{\circ}$  CAを越え、かつカム角信号PCAが2回入力しない内に欠歯12bとなるのは、始動開始時に#4が圧縮行程にある場合のみである。したがって、始動時気筒変数SSに「#4」が記憶されることになる。

【0153】そして、#4が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、最初に欠歯12bとなるのは $480^{\circ}$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「16」を設定する(S418)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して(S415)、#2、4選別処理(図15)を出す。

【0154】また、欠歯12bが検出される前に(S411で「NO」)、カム角信号PCAが2回入力されると(S416で「YES」)、始動時に圧縮行程にある気筒として「#2」が始動時気筒変数SSに記憶される(S419)。図5に示したごとく、実際に停止時のエンジン2が、#2が圧縮行程にある状態にあったとしても、フリクションなどの関係で最初に欠歯12bを検出する回転位相KKBである $480^{\circ}$  CAにあるかわずかに越えている場合が考えられる。この場合には、欠歯12bが検出される前にカム角信号PCAが2回入力する。したがって、このような場合には始動時気筒変数SSには「#2」が記憶される。

【0155】そして、#2が圧縮行程にある状態から回転開始したことが判れば、カム角信号PCAが2回入力した時の回転位相は $0^{\circ}$  CAである。このためクランクカウンタCCRNKに「0」を設定する(S420)。そして、選別完了フラグFsに「ON」を設定して(S415)、#2、4選別処理(図15)を出す。

【0156】このように各選別処理(図12~15)にて、始動時気筒変数SSとクランクカウンタCCRNKとが決定されて、選別完了フラグFsに「ON」が設定されると、クランク角設定処理(図11)の次の制御周期では、Fs = 「ON」であることから(S310で

「NO」)、クランクカウンタCCRNK更新処理が実行される(S430)。このクランクカウンタCCRNK更新処理は図8に示したクランクカウンタCCRNK更新処理と同じ処理である。以後、運転者がイグニッションスイッチ10をオン位置からアクセサリ位置もしくはオフ位置に切り換えるまで、あるいはエコランシステムにより自動停止されるまでは、このステップS430処理が繰り返し実行される。

【0157】次に、図16に示す点火時期・燃料噴射時期設定処理について説明する。この点火時期・燃料噴射時期設定処理は、前記選別処理(図12~15)にてFs=「ON」と設定されることで、NE信号により割り込み実行を許可される処理である。

【0158】点火時期・燃料噴射時期設定処理が開始されると、まずFs=「ON」となった後の最初の制御周期であるか否かが判定される(S510)。最初であれば(S510で「YES」)、次に、行程状態変数N、始動時気筒変数SSおよびクランクカウンタCCRNKに基づいて、最初に点火する初期点火気筒とその点火タイミングを設定する(S520)。この設定は、図17

に示したごとく、ROM50bに記憶されている関係から求められる。例えば、N=「1」、SS=「1」およびCCRNK=「4」の場合、初期点火気筒として#3が設定され、点火タイミングとしては175°CAが設定される。これらの設定理由については後述する。

【0159】次に、同じ行程状態変数N、始動時気筒変数SSおよびクランクカウンタCCRNKに基づいて、最初に燃料噴射する初期燃料噴射気筒とその燃料噴射タイミングを設定する(S530)。この設定も、図17

に示したごとく、ROM50bに記憶されている関係から求められる。例えば、N=「1」、SS=「1」およびCCRNK=「4」の場合、初期燃料噴射気筒として4番気筒は#4が設定され、燃料噴射タイミングとしては吸気行程中のクランク角が設定される。これらの設定理由については後述する。

【0160】こうして一旦本処理を終了する。そして、次の制御周期以降においては、ステップS510にては「NO」と判定されて、次に、TDCか否かが判定される(S540)。すなわち、クランク角=0, 180, 360, 540°CAのいずれかのタイミングか否かが

判定される。TDCでなければ(S540で「NO」)、このまま一旦本処理を終了する。

【0161】TDCであれば(S540で「YES」)、ステップS520にて実行された初期点火気筒に引き続いて、クランク角の変化に従って順次点火気筒が設定され、エンジン2の運転状態に応じた点火時期が設定される(S550)。そして、次にステップS530にて実行された初期燃料噴射気筒に引き続いて、クランク角の変化に従って順次燃料噴射気筒が設定され、エンジン2の運転状態に応じた噴射時期が設定される(S

560)。以後、エンジン運転が継続している限りTDC毎にステップS550, S560の処理が繰り返される。

【0162】ここで、図17の内容の設定理由について説明する。N=「1」の場合には、停止時の行程状態は、#1あるいは#2が圧縮行程にある状態(クランク角450°, 630°CAあるいはこの近傍)には絞られている。そして始動時にNE信号とカム角信号とに基づいて始動時気筒変数SS=「#2」でクランクカウンタCCRNK=「16」であったものとする。

【0163】この場合には、実際にはクランク角450°CAあるいはこの近傍にて、#1と#3とに燃料噴射を実行したことになる。#1は吸気行程であるので吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#1の燃焼室18内に吸入される。#3は排気行程であるので吸気ポート20aに噴射された燃料は1行程待って吸気行程になったところで#3の燃焼室18内に吸入される。

【0164】そして、実際にクランクカウンタCCRNKの値が判明するのが、スタータ8による回転直後のCCRNK=「16」からである。このため、始動時に噴射された#1の圧縮行程のBTDC5°CAである715°CAにて#1に点火し、迅速に初爆ができる。そして、引き続き始動時に燃料噴射された#3の点火時期となる。また#4に対して#4の吸気行程時に初期の燃料噴射が実行されて、以後、順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため、以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。

【0165】また、N=「1」の場合に始動時気筒変数SS=「#2」でクランクカウンタCCRNK=「0」であったものとする。この場合にも、実際にはクランク角480°CAあるいはこれより大きい側の近傍にて、#1と#3とに燃料噴射を実行したことになる。#1の吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#1の燃焼室18内に吸入され、#3では吸気ポート20aに噴射された燃料は1行程待って#3の燃焼室18内に吸入される。そして、実際にクランクカウンタCCRNKの値が判明するのが、スタータ8による回転後のCCRNK=「0」からである。このため、直ちに、始動時に噴射された#1の圧縮行程のTDCである0°CAにて#1に点火し迅速に初爆ができる。そして、引き続き始動時に燃料噴射された#3の点火時期となる。また#4に対して初期の燃料噴射が実行されて、以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため、以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。

【0166】また、N=「1」の場合に始動時気筒変数SS=「#1」でクランクカウンタCCRNK=「4」であったものとする。この場合には、実際にはクランク角630°CAあるいはこの近傍にて、#1と#3とに燃料噴射を実行したことになる。#1は既に圧縮行程となっているので、吸気ポート20aに噴射された燃料は

3行程後に#1の燃焼室18内に吸入されることになる。一方、#3は吸気行程であるので、吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#3の燃焼室18内に吸入される。そして、実際にクランクカウンタCCRNKの値が判明するのが、スタータ8による回転後のCCRNK=「4」からである。このため、始動時に噴射された#3の圧縮行程のBTDC5°CAである175°CAにて#3に点火し迅速に初爆ができる。また#4はCCRNK=「4」では既に吸気行程であるので、直ちに初期の燃料噴射が実行されて、以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため、以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。ただし、始動時に燃料噴射された#1は、3行程の間は燃料が吸気ポート20aに留まり、その後に吸気行程となった場合に吸入される。したがってステップS560による#1に対する最初の燃料噴射のみ省略する。

【0167】次に、N=「2」の場合について説明する。N=「2」の場合には、停止時の行程状態は、#1あるいは#3が圧縮行程にある状態（クランク角630°、90°CAあるいはこの近傍）には絞られている。そして始動時にNE信号とカム角信号とに基づいて始動時気筒変数SS=「#1」でクランクカウンタCCRNK=「0」であったものとする。

【0168】この場合には、実際にはクランク角630°CAあるいはこの近傍にて、#3と#4とに燃料噴射を実行したことになる。#3は吸気行程であるので吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#3の燃焼室18内に吸入される。#4は排気行程であるので吸気ポート20aに噴射された燃料は1行程待つて#4の燃焼室18内に吸入される。

【0169】そして、実際にクランクカウンタCCRNKの値が判明するのが、スタータ8による回転直後のCCRNK=「0」からである。このため、始動時に噴射された3番気筒#3の圧縮行程のBTDC5°CAである175°CAにて#3に点火し迅速に初爆ができる。更に引き続いて#4に対して点火される。また#2に初期の燃料噴射が実行されて、以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。

【0170】また、N=「2」の場合に始動時気筒変数SS=「#3」でクランクカウンタCCRNK=「4」であったものとする。この場合には、実際にはクランク角90°CAあるいはこの近傍にて、#3と#4とに燃料噴射を実行したことになる。#4の吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#4の燃焼室18内に吸入され、#3では吸気ポート20aに噴射された燃料は3行程待つて#3の燃焼室18内に吸入される。そして実際にクランクカウンタCCRNKの値が判明するのが、スタータ8による回転直後のCCRNK=「4」からである。このため、始動時に噴射された#4の圧縮行程のB

TDC5°CAである355°CAにて#4に点火し迅速に初爆ができる。また#2に対して初期の燃料噴射が実行されて、以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため、以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。ただし、始動時に燃料噴射された#3は、3行程の間は燃料が吸気ポート20aに留まり、その後に吸気行程となった場合に吸入される。したがってステップS560による#3に対する最初の燃料噴射のみ省略する。

10 【0171】また、N=「2」の場合に始動時気筒変数SS=「#3」でクランクカウンタCCRNK=「12」であったものとする。この場合には、実際にはクランク角120°CAあるいはこれより大きい側の近傍にて、#3と#4とに燃料噴射を実行したことになる。#4は吸気行程であるので、吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#4の燃焼室18内に吸入されることになる。一方、#3は圧縮行程であるので、吸気ポート20aに噴射された燃料は3行程後に#3の燃焼室18内に吸入される。そして、実際にクランクカウンタCCRNKの値が判明するのが、スタータ8による回転後のCCRNK=「12」からである。このため、直ちに、始動時に噴射された#4に対して360°CAにて点火し迅速に初爆ができる。また初期の燃料噴射は#1になされるので、1行程おいて#1にも点火される。以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため、以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。ただし、始動時に燃料噴射された#3は、3行程の間は燃料が吸気ポート20aに留まり、その後に吸気行程となった場合に吸入される。したがって、ステップS560による3番気筒#3に対する最初の燃料噴射のみ省略する。

【0172】次に、N=「3」の場合について説明する。N=「3」の場合には、停止時の行程状態は、#3あるいは#4が圧縮行程にある状態（クランク角90°、270°CAあるいはこの近傍）には絞られている。そして始動時にNE信号とカム角信号とに基づいて始動時気筒変数SS=「#3」でクランクカウンタCCRNK=「4」であったものとする。

【0173】この場合には、実際にはクランク角90°CAあるいはこの近傍にて、#2と#4とに燃料噴射を実行したことになる。#4は吸気行程であるので吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#4の燃焼室18内に吸入される。#2は排気行程であるので吸気ポート20aに噴射された燃料は1行程待つて#2の燃焼室18内に吸入される。

【0174】そして、実際にクランクカウンタCCRNKの値が判明するのが、スタータ8による回転直後のCCRNK=「4」からである。このため、始動時に噴射された#4の圧縮行程のBTDC5°CAである355°CAにて#4に点火し迅速に初爆ができる。更に引き

続き#2の点火燃焼がなされる。また、#1に対して初期の燃料噴射が実行されて、以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。

【0175】また、 $N=「3」$ の場合に始動時気筒変数 $SS=「\#3」$ でクランクカウンタ $CCRNK=「12」$ であったものとする。この場合には、実際にはクランク角 $120^\circ$  CAあるいはこれより大きい側の近傍にて、#2と#4とに燃料噴射を実行したことになる。#4の吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#4の燃焼室18内に吸入され、#2では吸気ポート20aに噴射された燃料は1行程待つて#2の燃焼室18内に吸入される。そして、実際にクランクカウンタ $CCRNK$ の値が判明するのが、スタータ8による回転後の $CCRNK=「12」$ からである。このため、直ちに、始動時に噴射された#4の圧縮行程のTDCである $360^\circ$  CAにて#4に点火し迅速に初爆ができる。更に引き続き#2の点火燃焼がなされる。また#1に対して初期の燃料噴射が実行されて、以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため、以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。

【0176】また、 $N=「3」$ の場合に始動時気筒変数 $SS=「\#4」$ でクランクカウンタ $CCRNK=「12」$ であったものとする。この場合には、実際にはクランク角 $270^\circ$  CAあるいはこの近傍にて、#2と#4とに燃料噴射を実行したことになる。#2は吸気行程であるので、吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#2の燃焼室18内に吸入されることになる。一方、#4は圧縮行程であるので、吸気ポート20aに噴射された燃料は3行程後に#4の燃焼室18内に吸入される。そして、実際にクランクカウンタ $CCRNK$ の値が判明するのが、スタータ8による回転後の $CCRNK=「12」$ からである。このため、始動時に噴射された#2の圧縮行程のBTDC $5^\circ$  CAである $535^\circ$  CAにて#2に点火し迅速に初爆ができる。また、初期の燃料噴射は1番気筒#1になされるので、更に、引き続き1番気筒#1にも点火される。以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため、以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。ただし、始動時に燃料噴射された#4は、3行程の間は燃料が吸気ポート20aに留まり、その後に吸気行程となった場合に吸入される。したがって、ステップS560による#4に対する最初の燃料噴射のみ省略する。

【0177】次に、 $N=「4」$ の場合について説明する。 $N=「4」$ の場合には、停止時の行程状態は、#2あるいは#4が圧縮行程にある状態（クランク角 $270^\circ$ 、 $450^\circ$  CAあるいはこの近傍）には絞られている。そして始動時にNE信号とカム角信号とに基づいて始動時気筒変数 $SS=「\#2」$ でクランクカウンタ $CCRNK=「16」$ であったものとする。

【0178】この場合には、実際にはクランク角 $450^\circ$  CAあるいはこの近傍にて、#1と#2とに燃料噴射を実行したことになる。#1は吸気行程であるので吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#1の燃焼室18内に吸入される。#2は圧縮行程であるので吸気ポート20aに噴射された燃料は3行程待つて#2の燃焼室18内に吸入される。

【0179】そして、実際にクランクカウンタ $CCRNK$ の値が判明するのが、スタータ8による回転直後の $CCRNK=「16」$ からである。このため、始動時に噴射された#1の圧縮行程のBTDC $5^\circ$  CAである $715^\circ$  CAにて#1に点火し迅速に初爆ができる。また#3に対して初期の燃料噴射が実行されて、以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため、以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。ただし、始動時に燃料噴射された#2は、3行程の間は燃料が吸気ポート20aに留まり、その後に吸気行程となった場合に吸入される。したがって、ステップS560による#2に対する最初の燃料噴射のみ省略する。

【0180】また、 $N=「4」$ の場合に始動時気筒変数 $SS=「\#2」$ でクランクカウンタ $CCRNK=「0」$ であったものとする。この場合にも、実際にはクランク角 $480^\circ$  CAあるいはこれより大きい側の近傍にて、#1と#2とに燃料噴射を実行したことになる。#1の吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#1の燃焼室18内に吸入され、#2では吸気ポート20aに噴射された燃料は3行程待つて#2の燃焼室18内に吸入される。そして、実際にクランクカウンタ $CCRNK$ の値が判明するのが、スタータ8による回転後の $CCRNK=「0」$ からである。このため、直ちに、始動時に噴射された#1の圧縮行程のTDCである $0^\circ$  CAにて#1に点火し迅速に初爆ができる。また#4に対して初期の燃料噴射が実行されて、初爆から1行程おいて点火燃焼される。以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため、以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。ただし、始動時に燃料噴射された#2は、3行程の間は燃料が吸気ポート20aに留まり、その後に吸気行程となった場合に吸入される。したがって、ステップS560による#2に対する最初の燃料噴射のみ省略する。

【0181】また、 $N=「4」$ の場合に始動時気筒変数 $SS=「\#4」$ でクランクカウンタ $CCRNK=「16」$ であったものとする。この場合には、実際にはクランク角 $270^\circ$  CAあるいはこの近傍にて、#1と#2とに燃料噴射を実行したことになる。#2は吸気行程であるので、吸気ポート20aに噴射された燃料は直ちに#2の燃焼室18内に吸入されることになる。一方、#1は排気行程であるので、吸気ポート20aに噴射された燃料は1行程後に#1の燃焼室18内に吸入される。

そして、実際にクランクカウンタCCRNKの値が判明するのが、スタータ8による回転後のCCRNK=「16」からである。このため、始動時に噴射された#2の圧縮行程のBTDC5°CAである535°CAにて#2に点火し迅速に初爆ができる。更に、引き続き#1に点火される。また、初期の燃料噴射は#3になされるので、更に、#3にも点火される。以後順次、各気筒の吸気ポート20aに燃料が噴射され点火燃焼される。このため、以後順番に燃焼が継続し安定した始動となる。

【0182】本実施の形態において、シグナルロータ12とクランクポジションセンサ14との組み合わせが内燃機関回転状態検出手段に、突起32~36とカムポジションセンサ38との組み合わせがカム角検出手段に相当する。また、停止行程判別処理(図7)のステップS120~S160および行程状態変数N設定処理(図9)のステップS171が逆転クランク角検出手段としての処理に、行程状態変数N設定処理(図9)のステップS172~S179が停止行程判別手段としての処理に、始動時燃料噴射処理(図10)が始動時燃料噴射手段としての処理に、クランク角設定処理(図11)のステップS315~S410が始動時行程選別手段としての処理に、点火時期・燃料噴射時期設定処理(図16)のステップS520が初爆点火実行手段に相当する。

【0183】以上説明した本実施の形態1によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．行程状態変数N設定処理(図9)では、クランクシャフト4に逆転を生じなくてもNE信号のパルス出力間隔が前後の位相よりも長くなる極大位置エネルギー位相TOPと欠歯12bの位相とを除いて(S171)、最初にNE信号のパルス出力間隔が前後の位相よりも長くなる位相を検出している。したがって、クランクシャフト4において実際に最初に逆転した位相または2番目以降に逆転した位相が、逆転クランク角として検出される。

【0184】前述したごとく、検出した逆転クランク角が、実際に最初の逆転位相であった場合には、クランク角は逆転クランク角以上進むことがないことから、回転を阻んだ極大位置エネルギー位相TOPとその直前にある極大位置エネルギー位相TOPとの間のクランク角領域にてクランクシャフト4の回転が停止したと判断することができる。この領域の内でも特に極小位置エネルギー位相BTMあるいはその近傍でクランクシャフト4の回転が停止したと判断することができる。

【0185】また、前述したごとく、検出した逆転クランク角が2番目以降に逆転した位相であった場合は、逆転クランク角が実際に最初の逆転位相であった場合に比較して、計算上で回転を阻んだ極大位置エネルギー位相TOPとその直前にある極大位置エネルギー位相TOPとの間のクランク角領域よりも、更に1つ前のクランク角領域にてクランクシャフト4の回転が停止したと判断

することができる。

【0186】したがって、行程状態変数N設定処理(図9)にて検出された逆転クランク角に基づいて、クランクシャフト4の停止クランク角を、エンジン2が取り得る4つのクランク角領域の内の2つに正確に限定することが可能となる。

【0187】従来では、惰性回転時のクランクシャフト4の回転や逆転については考慮していないので、実際とは異なる行程状態で停止しているおそれがある。このため始動時に予測とは異なる気筒から回転を開始したと判断して始動時あるいは始動時以後の制御が不適切なものとなるおそれがある。

【0188】本実施の形態では、惰性回転時のクランクシャフト4の挙動に基づいて正確にクランクシャフト4が停止したクランク角領域を限定している。このことにより、始動時において、従来よりも正確な行程判別が可能となり、始動時あるいは始動時以後の制御を、より適切なものとすることができる。

【0189】(ロ)．突起32~36によってカムポジションセンサ38が検出するカム角信号PCAは図5に示すごとく配置(始動時)となっている。このため、始動時において、欠歯12bとともにカム角信号PCAを利用することで、停止時に正確に限定した行程状態を迅速に限定することができる。そして、このことにより早期に、より確実な行程状態に絞ることができる。したがって始動時あるいは始動時以後の制御を、より精密で適切なものとすることができる。

【0190】(ハ)．始動時燃料噴射処理(図10)により、始動時においては、行程状態変数N設定処理(図9)にて決定されている行程状態において吸気行程にある気筒の吸気ポート20aに燃料を供給している。このようにすることにより、本実施の形態のごとく吸気ポート燃料噴射タイプのエンジン2において、一層確実に吸気行程にある気筒の吸気ポート20aに燃料噴射することができる。このため、始動時において、一層確実に早期に初爆を開始させることができるようになり、始動性をより高いものとする。

【0191】(ニ)．エンジン2の始動時においては、クランク角設定処理(図11)では直前のエンジン停止時において行程状態変数N設定処理(図9)にて決定されている2つのクランク角領域から、NE信号およびカム角信号における出力開始初期の状態に基づいて、始動時のクランク角領域(始動時気筒変数SS)を選別し、選別時点でのクランク角を決定している。

【0192】このことにより、始動時において早期にクランク角領域を1つに絞ることができる。そして、選別以後はクランク角に従って通常のエンジン制御が可能となる。このため迅速に始動できると共に、その後の運転を安定したものとする。

【0193】(ホ)．クランク角設定処理(図11)に

て選別された始動時のクランク角領域と選別時点でのクランク角とに基づくとにより、点火時期・燃料噴射時期設定処理（図16）では、最も早く燃焼が可能な気筒に点火を迅速に実行することができる。また、このように、迅速にクランク角が判明し始動時のクランク角領域も判明するので、始動時燃料噴射処理（図10）にて燃料噴射された気筒に対しても、点火チャンスを逃すことなく適切に点火燃焼でき、初爆を最も早いタイミングで確実に実行させることができる。

【0194】【実施の形態2】本実施の形態では、4気筒エンジンの代わりに6気筒エンジンを用いる。6気筒エンジンでは、図18の行程状態説明図に示すごとく120°CA毎に極大位置エネルギー位相TOPが存在する。このため、エンジン停止時の行程状態としては、CCRNK=0~3の#5圧縮行程（一部#3も圧縮行程であるが全域が圧縮行程の#5を代表とする。以下同じ）、CCRNK=4~7の#3圧縮行程、CCRNK=8~11の#6圧縮行程、CCRNK=12~15の#2圧縮行程、CCRNK=16~19の#4圧縮行程、CCRNK=20~23の#1圧縮行程の6つに行程状態を分割する。

【0195】このことにより、エンジン停止時の行程状態変数N設定処理としては、極大位置エネルギー位相TOPおよび欠歯12bの位相であるCCRNK=0, 4, 8, 12, 16, 20以外で、NE信号のパルス間隔が最初に極大となる位相が、CCRNK=0~23のいずれの位置であるかを判定する。例えば、極大位相がCCRNK=17~19であればN=1に、CCRNK=21~23であればN=2に設定し、CCRNK=1~3であればN=3に設定し、CCRNK=5~7であればN=4に設定し、CCRNK=9~11であればN=5に設定し、CCRNK=13~15であればN=6に設定する。

【0196】ここで、N=1の場合は、前記実施の形態1で説明したごとくエンジンが実際に停止した行程状態は#2, 4圧縮行程のいずれかの圧縮行程であると限定できる。同様に、N=2での停止時行程状態は#1, 4圧縮行程のいずれか、N=3での停止時行程状態は#1, 5圧縮行程のいずれか、N=4での停止時行程状態は#3, 5圧縮行程のいずれか、N=5での停止時行程状態は#3, 6圧縮行程のいずれか、N=6での停止時行程状態は#2, 6圧縮行程のいずれかであると限定できる。

【0197】そして、始動時には、図19に示すごとく、始動時燃料噴射処理により、N=1では#1, 5に、N=2では#3, 5に、N=3では#3, 6に、N=4では#2, 6に、N=5では#2, 4に、N=6では#1, 4に燃料噴射する。また、クランク角設定処理では、欠歯12bの出現位相KKBとカム角信号PCAの出現位相との関係から、図19に示したごとく、始動

時気筒変数SSが判明し、始動時気筒変数SSの判明時のクランクカウンタCCRNKが決定される。そして、このようにして求められた始動時気筒変数SSとクランクカウンタCCRNKとに基づいて、図19に示したごとく、初期点火気筒、点火タイミング、初期燃料噴射気筒および燃料噴射タイミングが決定される。

【0198】すなわち、エンジン停止時にN=1に決定されていた場合、その後の始動時においては、スタータ・オンから最初に欠歯12bが出現（KKB）すれば、SS=#2であることが判明し、判明時にCCRNK=16（480°CA）となる。したがって、715°CAにて#1に点火可能となり、始動時に燃料噴射された#1, 5に引き続いて#3の吸気行程にて#3に燃料噴射が可能となる。またN=1の場合に、スタータ・オンから50°CA以内にカム角信号PCAが最初に出現すれば、SS=#4であることが判明し、判明時にCCRNK=18（540°CA）となる。したがって、115°CAにて#5に点火可能となり、始動時に燃料噴射された#1, 5に引き続いて#3の吸気行程にて#3に燃料噴射が可能となる。なお、#1に噴射された燃料はほとんど燃焼室内には吸い込まれていないので、1サイクル後の吸気行程時に燃焼室内に吸い込まれて燃焼に用いられる。したがって、スタータ・オンから1サイクル後の#1の吸気行程時には#1には燃料噴射は行わない。またN=1の場合に、スタータ・オンから50°CA越えてからカム角信号PCAが最初に出現すれば、SS=#4であることが判明し、判明時にCCRNK=0（0°CA）となる。したがって、115°CAにて#5に点火可能となり、始動時に燃料噴射された#1, 5に引き続いて#3の吸気行程にて#3に燃料噴射が可能となる。なお#1については上述したごとく理由によりスタータ・オンから1サイクル後の吸気行程時には燃料噴射は行わない。

【0199】エンジン停止時にN=2に決定されていた場合に、スタータ・オンから最初に2つのカム角信号PCAが出現すれば、SS=#4であることが判明し、判明時にCCRNK=0（0°CA）となる。したがって、115°CAにて#5に点火可能となり、始動時に燃料噴射された#5, 3に引き続いて#6の吸気行程にて#6に燃料噴射が可能となる。また、N=2の場合に、2つのカム角信号PCAが出現しない内に、スタータ・オンから230°CAを越えた後に欠歯12bが出現（KKB）すれば、SS=#4であることが判明し、判明時のCCRNK=4（120°CA）となる。したがって、120°CAにて#5に点火可能となり、始動時に燃料噴射された#5, 3に引き続いて#6の吸気行程にて#6に燃料噴射が可能となる。また、N=2の場合に、2つのカム角信号PCAが出現しない内に、スタータ・オンから230°CA以内に欠歯12bが出現（KKB）すれば、SS=#1であることが判明し、判

明時の CCRNK=4 (120° CA) となる。したがって、235° CA にて #3 に点火可能となり、始動時に燃料噴射された #5, 3 に引き続いて #6 の吸気行程にて #6 に燃料噴射が可能となる。なお #5 については N=1 の場合で述べたごとく理由によりスタータ・オンから 1 サイクル後の吸気行程時には燃料噴射は行わない。

【0200】エンジン停止時に N=3 に決定されていた場合に、最初にカム角信号 PCA が出現すれば、SS=#1 であることが判明し、判明時に CCRNK=0 (0° CA) となる。したがって、235° CA にて #3 に点火可能となり、始動時に燃料噴射された #3, 6 に引き続いて #2 の吸気行程にて #2 に燃料噴射が可能となる。また、N=3 の場合に、最初に欠歯 12b が出現 (KKB) すれば、SS=#5 であることが判明し、判明時の CCRNK=4 (120° CA) となる。したがって、355° CA にて #6 に点火可能となり、始動時に燃料噴射された #3, 6 に引き続いて #2 の吸気行程にて #2 に燃料噴射が可能となる。なお #3 については N=1 の場合で述べたごとく理由によりスタータ・オンから 1 サイクル後の吸気行程時には燃料噴射は行わない。

【0201】エンジン停止時に N=4 に決定されていた場合に、最初にカム角信号 PCA が出現すれば、SS=#3 であることが判明し、判明時に CCRNK=12 (360° CA) となる。したがって、475° CA にて #2 に点火可能となり、始動時に燃料噴射された #6, 2 に引き続いて #4 の吸気行程にて #4 に燃料噴射が可能となる。なお #6 については N=1 の場合で述べたごとく理由によりスタータ・オンから 1 サイクル後の吸気行程時には燃料噴射は行わない。また、N=4 の場合に、最初に欠歯 12b が出現 (KKB) すれば、SS=#5 であることが判明し、判明時の CCRNK=4 (120° CA) となる。したがって、355° CA にて #6 に点火可能となり、始動時に燃料噴射された #6, 2 に引き続いて #4 の吸気行程にて #4 に燃料噴射が可能となる。

【0202】エンジン停止時に N=5 に決定されていた場合に、スタータ・オンから 110° CA を越えて最初にカム角信号 PCA が出現すれば、SS=#3 であることが判明し、判明時に CCRNK=12 (360° CA) となる。したがって、475° CA にて #2 に点火可能となり、始動時に燃料噴射された #2, 4 に引き続いて #1 の吸気行程にて #1 に燃料噴射が可能となる。また、N=5 の場合に、スタータ・オンから 110° CA 以内に最初にカム角信号 PCA が出現すれば、SS=#6 であることが判明し、判明時の CCRNK=12 (360° CA) となる。したがって、595° CA にて #4 に点火可能となり、始動時に燃料噴射された #2, 4 に引き続いて #1 の吸気行程にて #1 に燃料噴射

が可能となる。なお #2 については N=1 の場合で述べたごとく理由によりスタータ・オンから 1 サイクル後の吸気行程時には燃料噴射は行わない。

【0203】エンジン停止時に N=6 に決定されていた場合に、スタータ・オン後に最初にカム角信号 PCA が出現すれば、SS=#6 であることが判明し、判明時に CCRNK=12 (360° CA) となる。したがって、595° CA にて #4 に点火可能となり、始動時に燃料噴射された #4, 1 に引き続いて #5 の吸気行程にて #5 に燃料噴射が可能となる。また、N=6 の場合に、スタータ・オン後に最初に欠歯 12b が出現 (KKB) すれば、SS=#2 であることが判明し、判明時の CCRNK=16 (480° CA) となる。したがって、715° CA にて #1 に点火可能となり、始動時に燃料噴射された #4, 1 に引き続いて #5 の吸気行程にて #5 に燃料噴射が可能となる。なお #4 については N=1 の場合で述べたごとく理由によりスタータ・オンから 1 サイクル後の吸気行程時には燃料噴射は行わない。

【0204】以上説明した本実施の形態 2 によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．前述した実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。

(ロ)．特に、停止時の行程状態を 6 つのクランク角領域の内の 2 つに正確に限定できるので 4 気筒の場合よりもより限定範囲が狭まるという効果を生じる。

【0205】[その他の実施の形態]

・前記各実施の形態においては、シグナルロータ 12 には欠歯 12b が存在したが、欠歯 12b 以外の方法で基準となる回転位相が検出される構成であれば、行程状態変数 N 設定処理のステップ S171 において、検出された極大クランク角から除くクランクカウンタ CCRNK の値は、極大位置エネルギー位相 TOP のみで良い。このことによっても前述した各実施の形態と同様の効果を生じさせることができる。

【0206】・前記各実施の形態においては、VVT39 により吸気カムシャフト 28 がクランクシャフト 4 に対して相対回転する構成であったが、VVT39 を備えていない場合にも、本発明は同様に適用できる。この場合は、カム角信号 PCA は、クランク角に対して完全に固定されているので、始動時において始動時気筒変数 S やクランクカウンタ CCRNK の決定が迅速にできる。更にこの構成により、上述したごとくシグナルロータ 12 に欠歯 12b を設けずに、カムポジションセンサ 38 からの信号によりクランク角の基準位置を決定することができる。

【0207】・前述した各実施の形態では、4 気筒と 6 気筒のエンジンの例を示したが、これ以外の気筒数 (例えば 8 気筒) においても同様に適用できる。この場合も、極大位置エネルギー位相により区画されたクランク

角領域の2つに正確に限定できる。そして、始動時にこの内の1つに絞ることにより、早期の初爆と安定した始動を実現できる。

【0208】・前述した各実施の形態では、吸気ポートに燃料を噴射するタイプのガソリンエンジンに適用した例を示したが、これ以外に、直接燃焼室内に燃料を噴射する筒内噴射タイプのガソリンエンジンに適用することもできる。この場合には、始動時の燃料噴射は圧縮行程にある気筒に噴射することができる。

【0209】・なお、エンジンの停止中にも坂道などで車両が移動し、これに連動してクランクシャフトが回転する場合がある。この場合には、エンジンの行程状態が変化するおそれがあるので、エンジン停止中にクランクポジションセンサの信号を検出し、図20(a)に示すごとくの時間的に長く連続出力される信号がクランクポジションセンサから発生した場合には、行程状態の変化のおそれがあるものとして始動時燃料噴射処理(図10)、クランク角設定処理(図11)および点火時期・燃料噴射時期設定処理(図16)のステップS520、S530の実行を禁止しても良い。ただし、図20(b)に示すごとく、頻度は多いが短時間に発生する信号は単に橋梁等の上における車両振動により生ずることから、この場合には実行禁止をしないようにしても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1の自動車用4気筒ガソリンエンジンの要部縦断面図。

【図2】図1とは直交する方向での前記エンジンの要部縦断面図。

【図3】実施の形態1の制御系統の電氣的構成説明図。

【図4】実施の形態1のカムポジションセンサおよびクランクポジションセンサにおける電圧波形と信号の状態説明図。

【図5】実施の形態1の4気筒ガソリンエンジンにおける行程状態説明図。

【図6】実施の形態1のカムポジションセンサおよびクランクポジションセンサにおいてエンジン回転完全停止時に発生する電圧波形の説明図。

【図7】実施の形態1のECUにて実行される停止行程

判別処理のフローチャート。

【図8】同じくクランクカウンタCCRNK更新処理のフローチャート。

【図9】同じく行程状態変数N設定処理のフローチャート。

【図10】同じく始動時燃料噴射処理のフローチャート。

【図11】同じくクランク角設定処理のフローチャート。

【図12】同じく#1, 2選別処理のフローチャート。

【図13】同じく#1, 3選別処理のフローチャート。

【図14】同じく#3, 4選別処理のフローチャート。

【図15】同じく#2, 4選別処理のフローチャート。

【図16】同じく点火時期・燃料噴射時期設定処理のフローチャート。

【図17】実施の形態1のECUによる始動時の制御内容説明図。

【図18】実施の形態2の6気筒ガソリンエンジンにおける行程状態説明図。

【図19】実施の形態2のECUによる始動時の制御内容説明図。

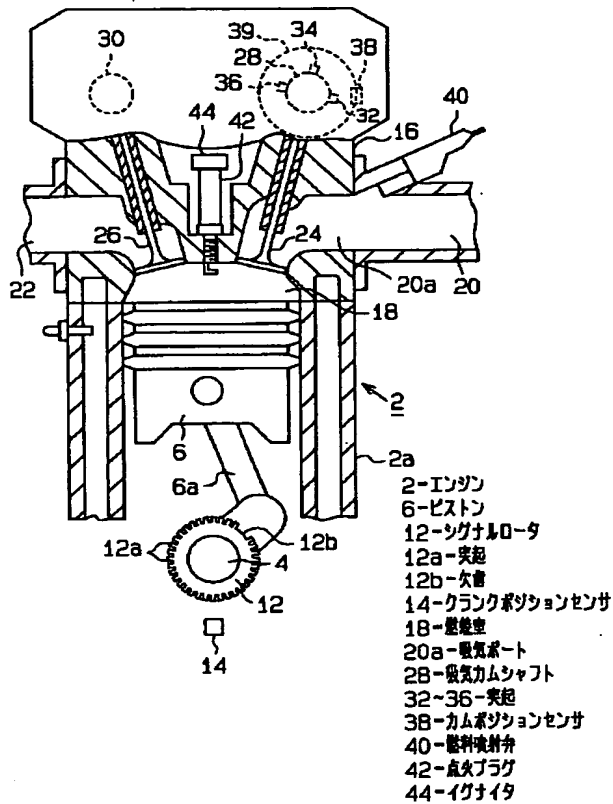
【図20】他の実施の形態において処理の実行有無を判定するためのクランクポジションセンサにおける電圧波形説明図。

#### 【符号の説明】

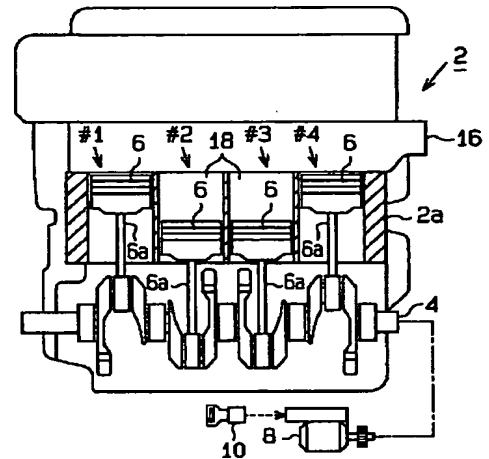
2…エンジン、2a…シリンダブロック、4…クランクシャフト、6…ピストン、6a…コネクティングロッド、8…スタータ、10…イグニッションスイッチ、12…シグナルロータ、12a…突起、12b…欠歯、14…クランクポジションセンサ、16…シリンダヘッド、18…燃焼室、20…吸気通路、20a…吸気ポート、22…排気通路、24…吸気バルブ、26…排気バルブ、28…吸気カムシャフト、30…排気カムシャフト、32, 34, 36…突起、38…カムポジションセンサ、39…VVT、40…燃料噴射弁、42…点火プラグ、44…イグナイタ、50…ECU、50a…CPU、50b…ROM、50c…RAM、50d…バックアップRAM、50e…バス、50f…外部入力回路、50g…外部出力回路。



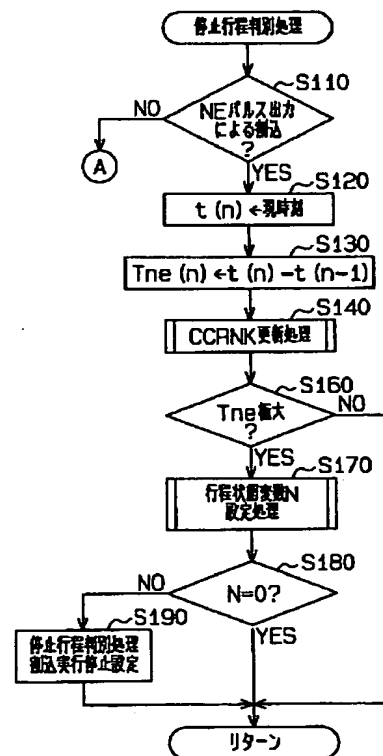
【図1】



【図2】



【図7】



【図3】

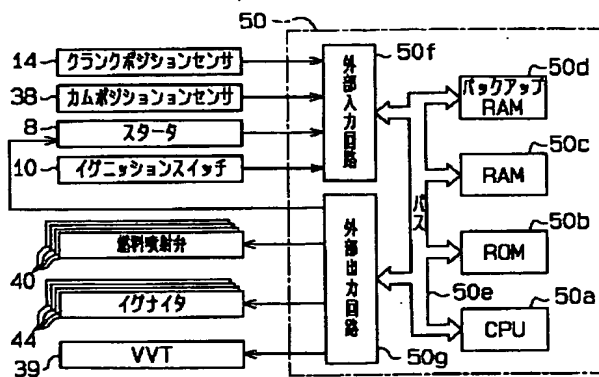
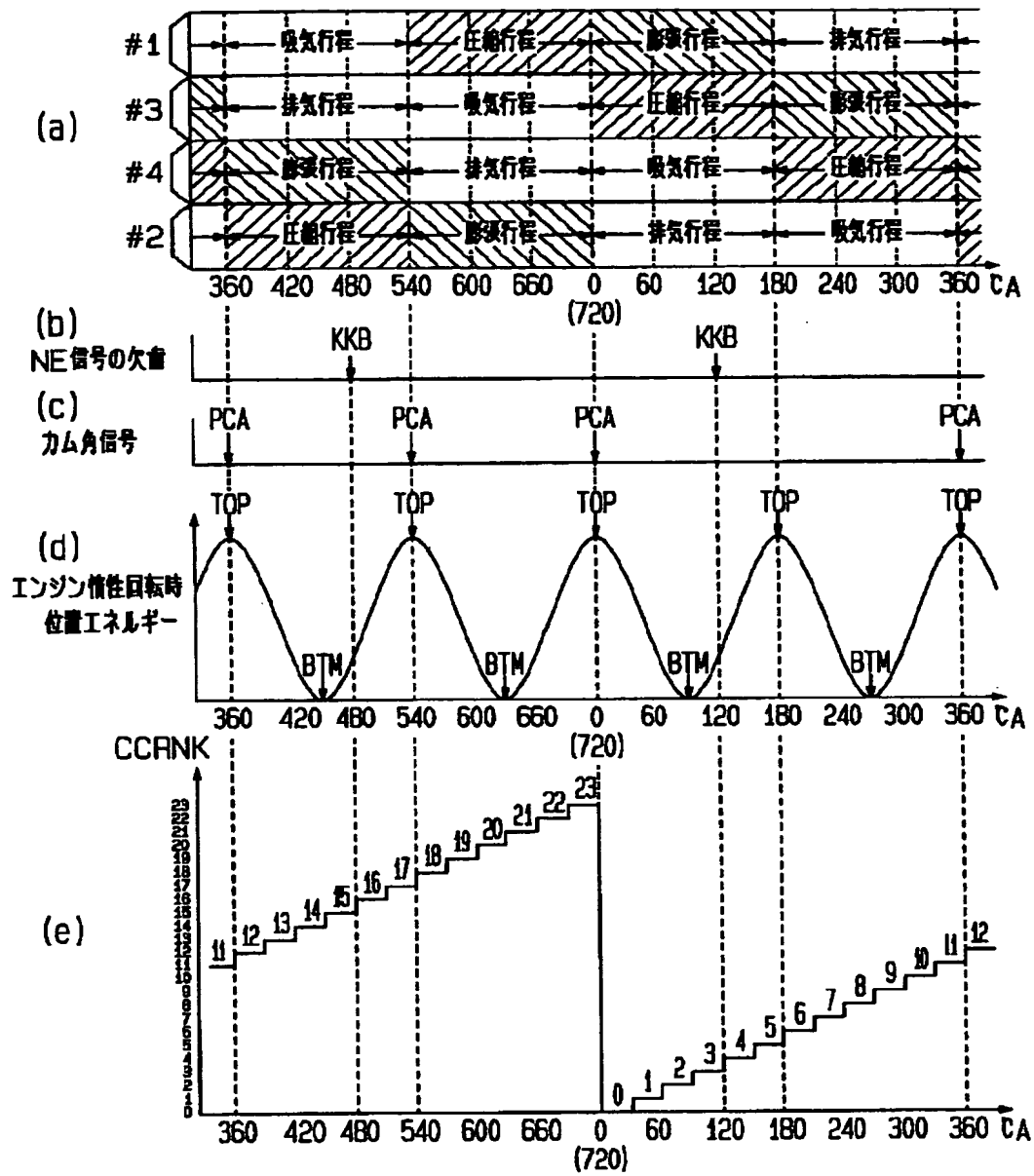


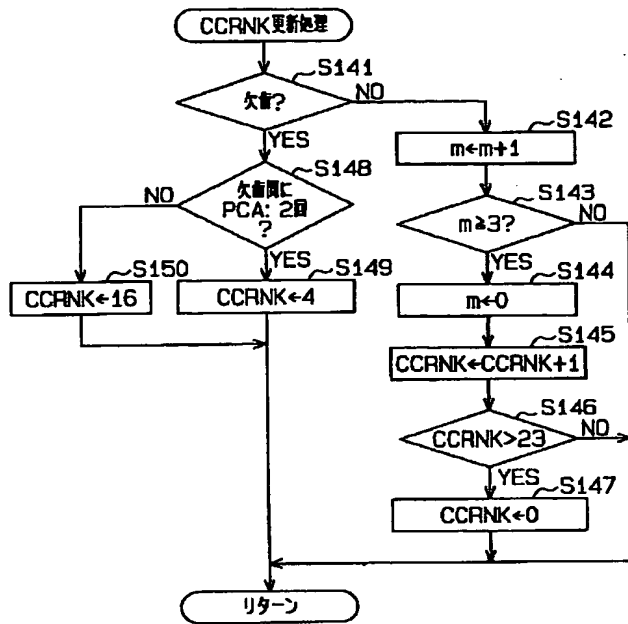
Figure 1 consists of four panels labeled (a) through (d). Panel (a) shows an ECG trace with several peaks and troughs, representing heart rate variability. Panel (b) shows a series of vertical bars on a horizontal line, representing the timing of the 10 stimuli. Panel (c) shows a spectrogram with frequency in kHz on the y-axis (0 to 10) and time in seconds on the x-axis (0 to 10). The spectrogram shows a series of vertical lines, indicating the frequency components of the vocalization. Panel (d) shows a timeline of the experiment, with a horizontal axis labeled 'CA' (Caudal Axis) and a vertical axis labeled 'Time'. The timeline shows the sequence of stimuli and the recording of the vocalization.

[illegible]

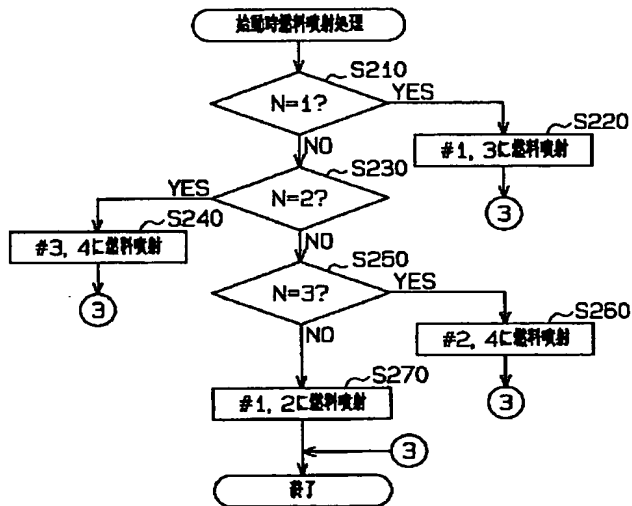
【図5】



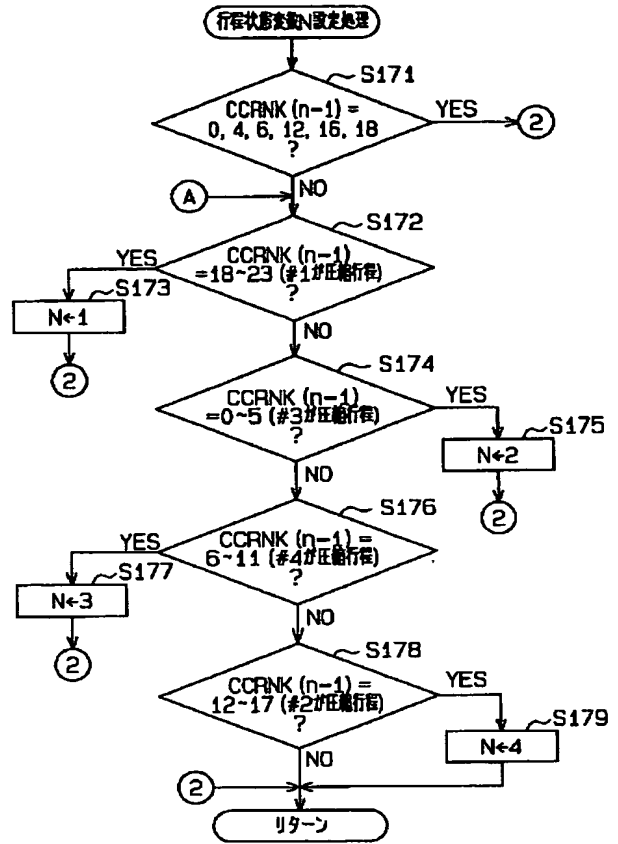
【図8】



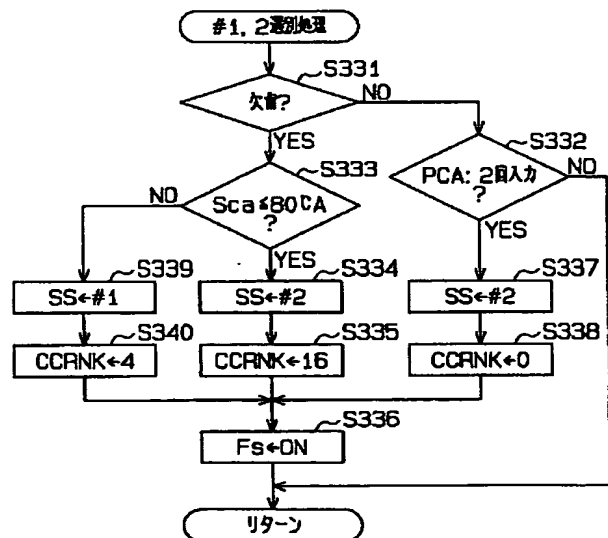
【図10】



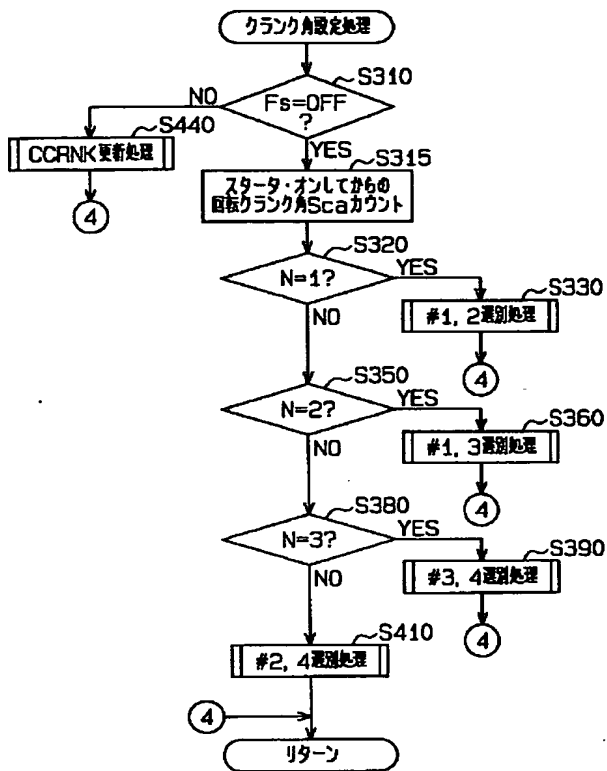
【図9】



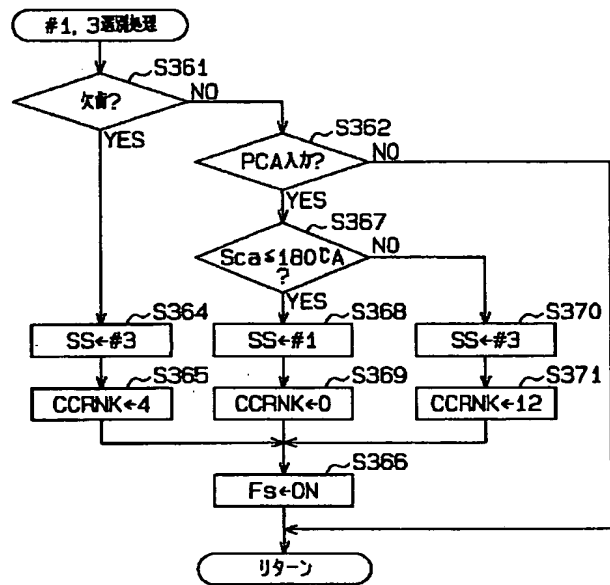
【図12】



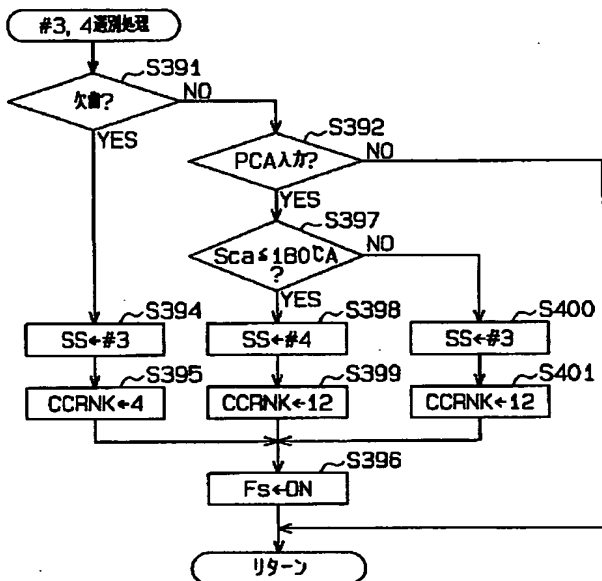
【図11】



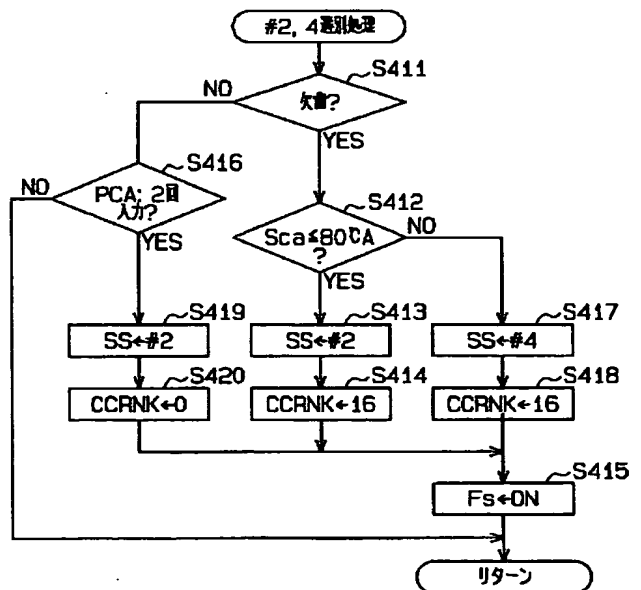
【図13】



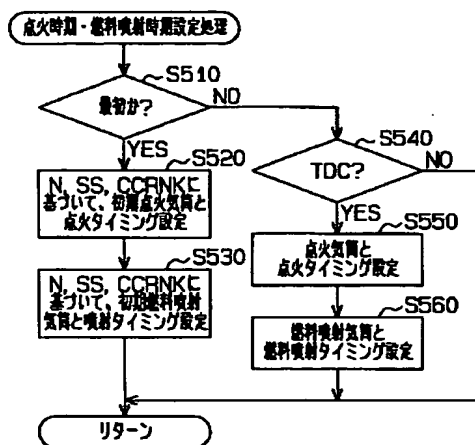
【図14】



【図15】



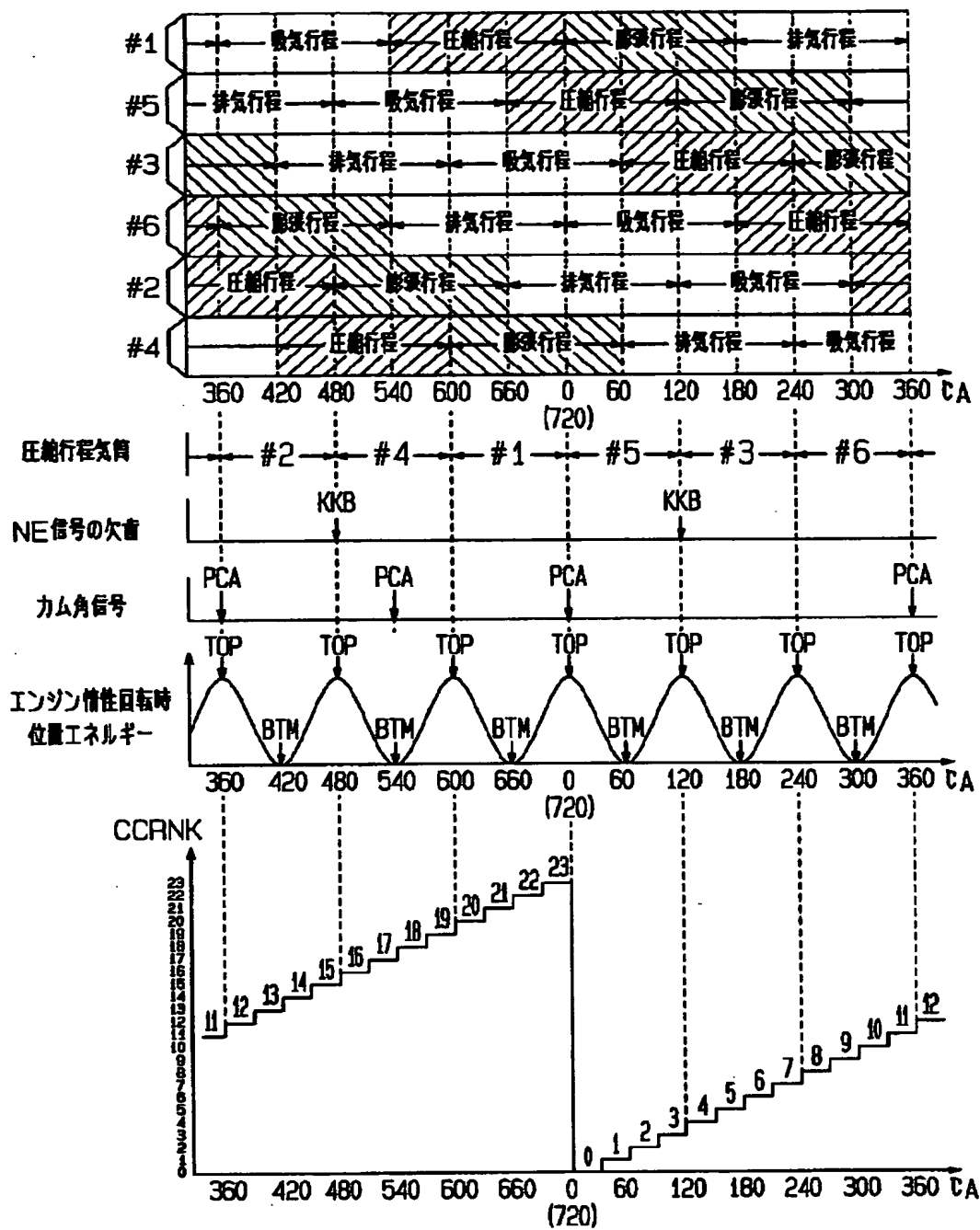
【図 16】



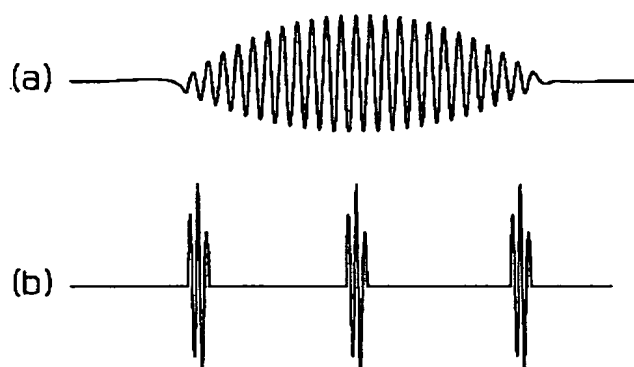
【図 17】

[illegible]

【図18】



【図 20】



---

フロントページの続き

F ターム (参考) 3G022 AA03 CA01 CA10 GA01 GA05  
GA06 GA08 GA09 GA12  
3G084 BA13 BA15 BA17 CA01 CA07  
DA09 FA00 FA07 FA10 FA20  
FA33 FA36 FA38  
3G301 HA06 JA00 KA01 KA28 MA11  
MA18 PA01Z PE00Z PE01Z  
PE03Z PE05Z PE08Z PF03Z  
PF16Z



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-070629

(43)Date of publication of application : 08.03.2002

(51)Int.Cl. F02D 45/00  
F02D 41/06  
F02P 5/15

(21)Application number : 2000-259115

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 29.08.2000

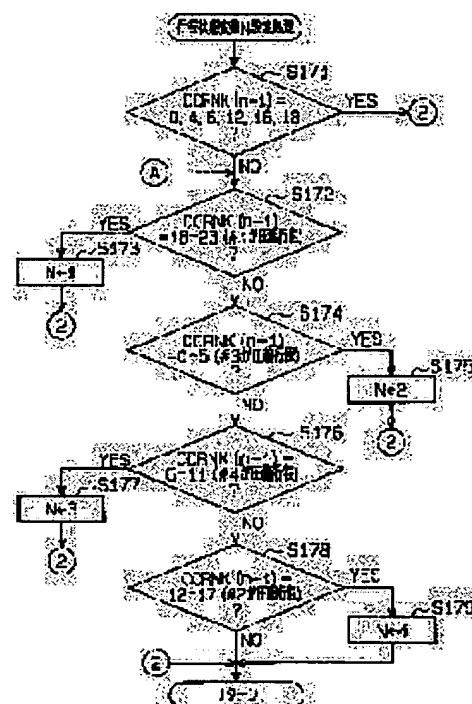
(72)Inventor : MIZUTANI KOICHI  
FUJISHIMA SHUNSUKE

(54) STOP STROKE DECISION DEVICE, FUEL INJECTION CONTROLLER AND AT-START STROKE DECISION DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately limit a stroke state of an internal combustion engine at the time of an actual stop to realize early initial explosion in start-up.

SOLUTION: Except the case of a maximum potential energy phase and a lacked-tooth phase of a signal rotor (in the case of 'NO' at S171), a phase wherein a pulse output interval of an NE signal becomes longer than the former and later phases first is detected as a reverse crank angle (S172, S174, S176, S178), and a stroke state variable N is decided (S173, S175, S177, S179). Based on the stroke state variable N, it can be decided that the engine stops in a crank angle region corresponding to the reverse crank angle or in a region just before the region to accurately limit the two regions among four crank angle regions in which the four-cylinder engine can be. Thereby, a stroke can be accurately decided as compared to before in the start-up to hasten the initial explosion in the start-up.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] The internal combustion engine which outputs the rotation signal according to rotation of an internal combustion engine characterized by to provide the following, and has the internal combustion engine rotation condition detection means which changes said rotation signal into the condition differ from other rotation phases, in an internal combustion engine's specific rotation phase and by which an internal combustion engine's crank angle is detected combining the rotation signal independent or other signals from this internal combustion engine rotation condition detection means An inversion crank-angle detection means detect a crank angle when said rotation signal changes into the condition differ from a condition of a rotation signal of order with rotation phases other than said specific rotation phase and said maximum potential-energy phase, first at a period until it sets up a rotation phase from which potential energy serves as the maximum in rotation of an internal combustion engine as a maximum potential-energy phase and rotation of an internal combustion engine stops after an internal combustion engine's halt processing as an inversion crank angle A halt stroke distinction means to determine a stroke condition at the time of a halt of an internal combustion engine based on an inversion crank angle detected with said inversion crank angle detection means

[Claim 2] In a configuration according to claim 1 said internal combustion engine rotation condition detection means It is what outputs a rotation signal with which a time interval becomes short according to an internal combustion engine's rotational frequency becoming high, and makes said rotation signal a time interval longer than other rotation phases in an internal combustion engine's specific rotation phase. Said inversion crank angle detection means at a period until rotation of an internal combustion engine stops after an internal combustion engine's halt processing Halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine with which said rotation signal is characterized by being what detects a crank angle at the time of becoming a time interval longer than a time interval of a rotation signal of order at the beginning with rotation phases other than said specific rotation phase and said maximum potential energy phase as an inversion crank angle.

[Claim 3] An internal combustion engine having an internal combustion engine rotation condition detection means to output a rotation signal according to rotation of an internal combustion engine characterized by providing the following by which an internal combustion engine's crank angle is detected combining the rotation signal independent or other signals from this internal combustion engine rotation condition detection means An inversion crank angle detection means detect a crank angle when said rotation signal changes into the condition differ from a condition of a rotation signal of order with rotation phases other than said maximum potential energy phase, first at a period until it sets up a rotation phase from which potential energy serves as the maximum in rotation of an internal combustion engine as a maximum potential energy phase and rotation of an internal combustion engine stops after an internal combustion engine's halt processing as an inversion crank angle A halt stroke distinction means to determine a stroke condition at the time of a halt of an internal combustion engine based on an inversion crank angle detected with said inversion crank angle detection means

[Claim 4] In a configuration according to claim 3 said internal combustion engine rotation condition detection means It is what outputs a rotation signal with which a time interval becomes short according to an internal combustion engine's rotational frequency becoming high. Said inversion crank angle detection means At a period until rotation of an internal combustion engine stops after an internal combustion engine's halt processing said rotation signal Halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine characterized by being what detects a crank angle at the time of becoming a time interval longer than a time interval of a rotation signal of order with rotation phases other than said maximum potential energy phase at the beginning as an inversion crank angle.

[Claim 5] Claims 1-4 are halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine which has a cam angle detection means output a signal which distinguishes a rotation phase of an internal combustion engine's cam shaft in a configuration of a publication, and is characterized by to detect an internal combustion engine's crank angle based on a  
[http://www4.ipdl.jpo.go.jp/cgi-bin/tran\\_web.cgi\\_ejje?u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.jpo.go.jp%2FTokuj...](http://www4.ipdl.jpo.go.jp/cgi-bin/tran_web.cgi_ejje?u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.jpo.go.jp%2FTokuj...) 1/16/2004

rotation signal of said internal combustion engine rotation condition detection means, and a signal of said cam angle detection means either.

[Claim 6] It is halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine characterized by being what outputs a signal which will be in the condition that said cam angle detection means differs from others in one specific place in a configuration according to claim 5 among rotation phases of a cam shaft.

[Claim 7] In a configuration of a publication, a division setup of an internal combustion engine's crank angle field is carried out bordering on said maximum potential energy phase. either of claims 1-6 -- said halt stroke distinction means Halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine characterized by determining a crank angle field where an inversion crank angle detected with said inversion crank angle detection means belongs, and a crank angle field in front of this crank angle field as a stroke condition at the time of a halt of an internal combustion engine.

[Claim 8] either of claims 1-7 -- the fuel-injection control unit of the internal combustion engine characterized by to have a fuel-injection means at the time of starting which performs fuel injection at an early stage most to the gas column in which ignition combustion is possible when fuel injection is carried out based on the stroke condition determined with said halt stroke distinction means at the time of the last internal combustion engine halt at the time of an internal combustion engine's starting, while having halt stroke distinction equipment of the internal combustion engine of a publication.

[Claim 9] It is the fuel-injection control unit of an internal combustion engine characterized by supplying a fuel to a suction port of a gas column which is in an intake stroke in a stroke condition that a fuel-injection means is determined by said halt stroke distinction means at the time of said starting when an internal combustion engine is a suction-port fuel-injection type in a configuration according to claim 8.

[Claim 10] It is the fuel-injection control unit of an internal combustion engine characterized by supplying a fuel to a combustion chamber of a gas column which is in a compression stroke in a stroke condition that a fuel-injection means is determined by said halt stroke distinction means at the time of said starting when an internal combustion engine is a charge injection type of cylinder internal combustion in a configuration according to claim 8.

[Claim 11] While having halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 7, or a fuel-injection control unit of any of claims 8-10, or an internal combustion engine of a publication Among stroke conditions determined with said halt stroke distinction means at the time of the last internal combustion engine halt at the time of an internal combustion engine's starting [ from ] Starting Tokiyuki of an internal combustion engine characterized by starting Tokiyuki who sorts out a stroke condition at the time of starting having a sorting means based on a condition in early stages of output initiation in either a signal of said internal combustion engine rotation condition detection means or the signals of said cam angle detection means and both is distinction equipment.

[Claim 12] While having halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 7, or a fuel-injection control unit of any of claims 8-10, or a publication Among stroke conditions determined with said halt stroke distinction means at the time of the last internal combustion engine halt at the time of an internal combustion engine's starting [ from ] It is based on a condition in early stages of output initiation in either a signal of said internal combustion engine rotation condition detection means or the signals of said cam angle detection means and both. Starting Tokiyuki of an internal combustion engine characterized by starting Tokiyuki who sorts out a stroke condition at the time of starting, and determines a crank angle in this sorting time having a sorting means is distinction equipment.

[Claim 13] Starting Tokiyuki of an internal combustion engine characterized by having a first \*\*\*\*\* activation means by which said starting Tokiyuki performs ignition in a gas column which can burn most early based on a stroke condition at the time of starting obtained by sorting means and a crank angle in this sorting time in addition to a configuration according to claim 12 is distinction equipment.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Starting Tokiyuki who sorts out further the inside of the stroke condition that this invention was determined by an internal combustion engine's halt stroke distinction equipment, the fuel-injection control unit which performs fuel injection based on the stroke condition of having been determined by this halt stroke distinction equipment, and this halt stroke distinction equipment, at the time of starting is related with distinction equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] You determine the stroke condition of a crank angle or each gas column quickly at the time of an internal combustion engine's starting, you make it reflected in fuel-injection control and ignition control, and the system which raises an internal combustion engine's startability is known for performing first \*\* at an early stage (JP,11-62681,A, JP,5-133268,A).

[0003] Such a system is important in order to perform start smoothly in the automatic-stay starting system which an internal combustion engine is stopped automatically, rotates a starter at the time of start actuation, and automatic starting of the internal combustion engine is carried out [ starting system ], and enables start of an automobile, and the so-called economy running system (it abbreviates to a "eco-run system" hereafter) for an improvement of fuel consumption etc., when an automobile carries out a transit halt at a crossing etc. Furthermore, it is important when realizing good startability also such in not only an eco-run system but in the usual starting.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the decision of the crank angle at the time of starting or a stroke condition becomes possible for the first time since it detects rotation of the crankshaft and cam shaft which the cam angle sensor formed in the rotational frequency sensor and cam shaft which were prepared in the crankshaft began to rotate, among those detects a characteristic signal state. For this reason, before actually performing fuel injection and ignition from rotation of a starter, time amount will be taken comparatively, and startability cannot call it sufficient thing.

[0005] In addition, the system made to reflect in the fuel-injection control and ignition control at the time of an internal combustion engine's starting is known by determining the stroke condition of a crank angle or each gas column at the time of a halt of an internal combustion engine (JP,7-83093,A). In this system, the crank angle at the time of engine ignition-off was memorized, and engine control is started as what was put into operation from this crank angle at the time of starting.

[0006] However, an internal combustion engine does inertia rotation further until rotation of an internal combustion engine's crankshaft actually stops, even if the output torque has occurred from the gas column which is burning even if it carries out ignition-off, and combustion is no longer made. Therefore, even if it memorizes the crank angle at the time of ignition-off like JP,7-83093,A, with the actually stopped stroke condition, there is a possibility that the fuel injection and ignition control which produced the gap and reflected the stroke condition at the time of starting correctly may become difficult.

[0007] As the technique of solving this, it is possible to continue the pulse number count of a rotational frequency sensor until rotation of a crankshaft stops after ignition off completely. That is, it is possible to memorize the crank angle currently measured to the timing which rotation of a crankshaft stopped completely.

[0008] However, when an internal combustion engine is in such inertia rotation, the piston of the gas column in a compression stroke generates the inverse rotation torque which makes hard flow rotate a crankshaft, and the piston of the gas column in an expansion stroke is generating the positive running torque which rotates a crankshaft in the

positive direction. For this reason, the rotational speed of a crankshaft is determined by inertia turning effort, friction, said inverse rotation torque, said positive running torque, etc. in the period from a combustion halt of an internal combustion engine to a rotation halt. Among this, since said inverse rotation torque and said positive running torque change with crank angles periodically, a crankshaft is reversed from the condition of having carried out positive rotation till then, just before a halt, and it will be in the condition of repeating inverse rotation and positive rotation, and will stop completely after that. And it will stop with the stable rotation phase from which the potential energy determined according to the periodic change condition of the torque mentioned above serves as the minimum, or a final halt location will stop according to causes, such as friction, in the near.

[0009] However, although the time amount to which the crank angle is decreasing in fact exists just before a halt once the inversion phenomenon mentioned above arises, it will be calculated as what is increasing continuously like positive rotation. Therefore, an actual crank angle will differ from the crank angle currently searched for at the time of a drop dead halt greatly, and the stroke condition determined from the crank angle will completely differ from an actual stroke condition. For this reason, when the crank angle acquired at the time of a halt is made to reflect in the stroke judging at the time of starting and fuel-injection control and ignition control are performed, first \*\* which was expected is not performed at an early stage, and there is a possibility that an internal combustion engine's startability may fall.

[0010] Furthermore, with the conventional technology, the location where the crank angle used for the control after starting is exact even if it compares and the stroke condition at the time of a halt is searched for correctly was not able to be determined until the characteristic signal occurred from both rotational frequency sensor and cam angle sensor. For this reason, delay is produced in the engine control after first \*\*, and there is a possibility that starting may destabilize.

[0011] This invention aims at limiting correctly the stroke condition of an internal combustion engine when an internal combustion engine's crankshaft actually stops based on the action of the crankshaft at the time of a halt. Moreover, this invention aims at realizing early first \*\* at the time of restart based on the stroke condition limited in this way.

Moreover, it aims at limiting a stroke condition still more correctly based on the stroke condition limited in this way at the time of restart. Moreover, it aims at early-stage-izing decision of the crank angle after restart based on the stroke condition limited in this way.

[0012]

[Means for Solving the Problem] Hereafter, a means and its operation effect for attaining the above-mentioned purpose are indicated. Halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 1 Output a rotation signal according to rotation of an internal combustion engine, and it has an internal combustion engine rotation condition detection means which changes said rotation signal into the condition of differing from other rotation phases, in an internal combustion engine's specific rotation phase. In an internal combustion engine by which an internal combustion engine's crank angle is detected combining the rotation signal independent or other signals from this internal combustion engine rotation condition detection means A rotation phase from which potential energy serves as the maximum in rotation of an internal combustion engine is set up as a maximum potential energy phase. At a period until rotation of an internal combustion engine stops after an internal combustion engine's halt processing said rotation signal An inversion crank angle detection means to detect a crank angle at the time of first changing into the condition of differing from a condition of a rotation signal of order with rotation phases other than said specific rotation phase and said maximum potential energy phase as an inversion crank angle, It is characterized by having a halt stroke distinction means to determine a stroke condition at the time of a halt of an internal combustion engine based on an inversion crank angle detected with said inversion crank angle detection means.

[0013] Since rotation once stops at the time of an inversion when an internal combustion engine which is doing inertia rotation by halt moves from positive rotation to inverse rotation, rotational speed becomes blunt rather than a phase before and behind that. For this reason, a rotation signal which an internal combustion engine rotation condition detection means outputs at this time will be in the condition of differing from a rotation signal of order. Therefore, it can be judged first that order is the crank angle which a crank angle at that time reversed first when it becomes a different rotation signal.

[0014] However, in the maximum potential energy phase, as mentioned above, even if it does not change between positive rotation and inverse rotation, rotational speed becomes blunt rather than a phase before and behind that. Therefore, a rotation signal which an internal combustion engine rotation condition detection means outputs also at this time differs from a rotation signal of order. Moreover, since an internal combustion engine rotation condition detection means is changing a rotation signal into the condition differ from other rotation phases, in an internal combustion engine's specific rotation phase, also in such a specific phase, a rotation signal which an internal combustion engine rotation condition detection means outputs will differ from a rotation signal of order, and it may become difficult with the time of an inversion to distinguish it. Therefore, an inversion crank angle detection means detects a crank angle at

the time of changing into the condition of differing from a rotation signal of order with rotation phases other than said specific rotation phase and said maximum potential energy phase, first as an inversion crank angle.

[0015] Thus, when an inversion crank angle detected by inversion crank angle detection means is an inversion phase at the time of actually becoming inverse rotation from positive rotation at the beginning, since a crank angle does not progress beyond an inversion crank angle, it turns out that potential energy which exists in a lag side from an inversion crank angle stops the minimum phase (the "minimum potential energy phase" is called hereafter) or near [ its ] the phase.

[0016] Moreover, when an inversion phase at the time of becoming inverse rotation from positive rotation at the beginning overlaps said specific rotation phase and said maximum potential energy phase, a crank angle at this time is not detected as an inversion crank angle, but an inversion phase at the time of returning to positive rotation from the 2nd inversion phase, i.e., inverse rotation, or an inversion phase of the 3rd henceforth is detected as an inversion crank angle. Since a part for a phase change by inverse rotation is added, an inversion crank angle acquired by the inversion of this 2nd henceforth is larger than an actual crank angle. That is, an actual crank angle exists in a side with a small crank angle on both sides of the maximum potential energy phase with an inversion crank angle acquired. This shows that an actual crank angle stops rather than an inversion crank angle on count the minimum potential energy phase of the maximum potential energy phase by the side of a lag which exists in a lag side further, or near [ its ] the phase.

[0017] Therefore, since the crank angle range of a rotation halt can be narrowed down as mentioned above with a halt stroke distinction means based on an inversion crank angle detected with an inversion crank angle detection means, an internal combustion engine's stroke condition can be correctly limited based on an action of a crankshaft at the time of a halt.

[0018] Halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 2 In a configuration according to claim 1 said internal combustion engine rotation condition detection means It is what outputs a rotation signal with which a time interval becomes short according to an internal combustion engine's rotational frequency becoming high, and makes said rotation signal a time interval longer than other rotation phases in an internal combustion engine's specific rotation phase. Said inversion crank angle detection means at a period until rotation of an internal combustion engine stops after an internal combustion engine's halt processing Said rotation signal is characterized by being what detects a crank angle at the time of becoming a time interval longer than a time interval of a rotation signal of order at the beginning with rotation phases other than said specific rotation phase and said maximum potential energy phase as an inversion crank angle.

[0019] Thus, as an internal combustion engine rotation condition detection means, a rotation signal of a time interval according to rotation of an internal combustion engine shall be outputted, and a rotation signal can be made into the condition of differing from other rotation phases, in an internal combustion engine's specific rotation phase. And by this, an inversion crank angle detection means can detect that crank angle as an inversion crank angle, when it becomes a time interval longer than a time interval of a rotation signal of order at the beginning with rotation phases other than said specific rotation phase and said maximum potential energy phase.

[0020] Thus, it can be based on a detected inversion crank angle, and an internal combustion engine's stroke condition can be correctly limited with a halt stroke distinction means based on an action of a crankshaft at the time of a halt.

<BR> [0021] Halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 3 In an internal combustion engine having an internal combustion engine rotation condition detection means to output a rotation signal according to rotation of an internal combustion engine by which an internal combustion engine's crank angle is detected combining the rotation signal independent or other signals from this internal combustion engine rotation condition detection means A rotation phase from which potential energy serves as the maximum in rotation of an internal combustion engine is set up as a maximum potential energy phase. At a period until rotation of an internal combustion engine stops after an internal combustion engine's halt processing said rotation signal An inversion crank angle detection means to detect a crank angle at the time of first changing into the condition of differing from a condition of a rotation signal of order with rotation phases other than said maximum potential energy phase as an inversion crank angle, It is characterized by having a halt stroke distinction means to determine a stroke condition at the time of a halt of an internal combustion engine based on an inversion crank angle detected with said inversion crank angle detection means.

[0022] Unlike said claim 1, in this claim, an internal combustion engine rotation condition detection means is not considered as a different configuration from a rotation phase of others [ signal / rotation ] in a specific rotation phase. Therefore, an inversion crank angle detection means first detects a crank angle at the time of changing into the condition of differing from a condition of a rotation signal of order with rotation phases other than said maximum potential energy phase as an inversion crank angle at a period until rotation of an internal combustion engine stops after an internal

combustion engine's halt processing.

[0023] When an inversion crank angle detected by inversion crank angle detection means is an inversion phase at the time of actually becoming inverse rotation from positive rotation at the beginning, since a crank angle does not progress beyond an inversion crank angle, a mechanism which was stated by claim 1 by this shows stopping the minimum potential energy phase which exists in a lag side from an inversion crank angle, or near [ its ] the phase.

[0024] Moreover, when an inversion phase at the time of becoming inverse rotation from positive rotation at the beginning overlaps the maximum potential energy phase, a crank angle at this time is not detected as an inversion crank angle, but an inversion phase of the 2nd henceforth is detected. This shows that an actual crank angle stops rather than an inversion crank angle on count the minimum potential energy phase of the maximum potential energy phase by the side of a lag which exists in a lag side further, or near [ its ] the phase.

[0025] Therefore, since the crank angle range of a rotation halt can be narrowed down as mentioned above with a halt stroke distinction means based on an inversion crank angle detected with an inversion crank angle detection means, an internal combustion engine's stroke condition can be correctly limited based on an action of a crankshaft at the time of a halt.

[0026] Halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 4 In a configuration according to claim 3 said internal combustion engine rotation condition detection means It is what outputs a rotation signal with which a time interval becomes short according to an internal combustion engine's rotational frequency becoming high. Said inversion crank angle detection means At a period until rotation of an internal combustion engine stops after an internal combustion engine's halt processing said rotation signal It is characterized by being what detects a crank angle at the time of becoming a time interval longer than a time interval of a rotation signal of order with rotation phases other than said maximum potential energy phase at the beginning as an inversion crank angle.

[0027] Thus, as an internal combustion engine rotation condition detection means, a rotation signal of a time interval according to rotation of an internal combustion engine shall be outputted. And by this, an inversion crank angle detection means can detect that crank angle as an inversion crank angle, when it becomes a time interval longer than a time interval of a rotation signal of order with rotation phases other than said maximum potential energy phase at the beginning.

[0028] Thus, it can be based on a detected inversion crank angle, and an internal combustion engine's stroke condition can be correctly limited with a halt stroke distinction means based on an action of a crankshaft at the time of a halt.

[0029] the halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 5 -- either of claims 1-4 -- it has a cam angle detection means output a signal which distinguishes a rotation phase of an internal combustion engine's cam shaft, and an internal combustion engine's crank angle is characterized by to be detected based on a rotation signal of said internal combustion engine rotation condition detection means, and a signal of said cam angle detection means in the configuration of a publication.

[0030] More specifically, an internal combustion engine's crank angle can be constituted so that it may detect based on a rotation signal of an internal combustion engine rotation condition detection means, and a signal of a cam angle detection means. Thus, in an internal combustion engine's constituted halt stroke distinction equipment, it can be based on an inversion crank angle detected correctly, and an internal combustion engine's stroke condition can be correctly limited with a halt stroke distinction means based on an action of a crankshaft at the time of a halt.

[0031] Halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 6 is characterized by said cam angle detection means being what outputs a signal which will be in the condition of differing from others in one specific place among rotation phases of a cam shaft in a configuration according to claim 5.

[0032] More specifically, a cam angle detection means can be constituted as what outputs a signal which will be in the condition of differing from others in one specific place among rotation phases of a cam shaft.

[0033] Halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 7 In a configuration of a publication, a division setup of an internal combustion engine's crank angle field is carried out bordering on said maximum potential energy phase. either of claims 1-6 -- said halt stroke distinction means It is characterized by determining a crank angle field where an inversion crank angle detected with said inversion crank angle detection means belongs, and a crank angle field in front of this crank angle field as a stroke condition at the time of a halt of an internal combustion engine.

[0034] As mentioned above, from an inversion crank angle acquired first, it stops from the crank angle the minimum potential energy phase by the side of a lag, or near [ its ] the phase, or it turns out further the minimum potential energy phase by the side of one more lag, or near [ its ] the phase that a crank angle stops.

[0035] For this reason, when a division setup of an internal combustion engine's crank angle field is carried out bordering on the maximum potential energy phase, a halt stroke distinction means can limit a crank angle field where an



inversion crank angle belongs, and a crank angle field in front of this crank angle field (a lag side) as a stroke condition at the time of a halt of an internal combustion engine. Thus, a halt stroke distinction means can limit an internal combustion engine's stroke condition correctly.

[0036] A fuel-injection control unit of an internal combustion engine according to claim 8 While having halt stroke distinction equipment of any of claims 1-7, or an internal combustion engine of a publication, it sets at the time of an internal combustion engine's starting. Based on a stroke condition determined with said halt stroke distinction means at the time of the last internal combustion engine halt, when fuel injection is carried out, it is characterized by having a fuel-injection means at the time of starting which performs fuel injection to a gas column in which ignition combustion is possible at an early stage most.

[0037] This fuel-injection control unit can limit an internal combustion engine's stroke condition more correctly than before by having halt stroke distinction equipment of any of claims 1-7, or an internal combustion engine of a publication. Thus, based on a limited stroke condition, early first \*\* at the time of restart can be realized now, and startability is made with a higher thing.

[0038] When an internal combustion engine of a fuel-injection control unit of an internal combustion engine according to claim 9 is a suction-port fuel-injection type in a configuration according to claim 8, a fuel-injection means is characterized by supplying a fuel to a suction port of a gas column which is in an intake stroke in a stroke condition determined with said halt stroke distinction means at the time of said starting.

[0039] By doing in this way, fuel injection can be carried out to a suction port of a gas column which much more certainly has a fuel-injection means in an intake stroke at the time of starting in a suction-port fuel-injection type internal combustion engine. For this reason, early first \*\* can be realized now much more certainly at the time of starting, and startability is made with a higher thing.

[0040] When an internal combustion engine of a fuel-injection control unit of an internal combustion engine according to claim 10 is a charge injection type of cylinder internal combustion in a configuration according to claim 8, a fuel-injection means is characterized by supplying a fuel to a combustion chamber of a gas column which is in a compression stroke in a stroke condition determined with said halt stroke distinction means at the time of said starting.

[0041] By doing in this way, fuel injection can be carried out to a combustion chamber of a gas column which much more certainly has a fuel-injection means in a compression stroke at the time of starting in a charge injection of cylinder internal combustion type internal combustion engine. For this reason, early first \*\* can be realized now much more certainly at the time of starting, and startability is made with a higher thing.

[0042] Starting Tokiyuki of an internal combustion engine according to claim 11 distinction equipment While having halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 7, or a fuel-injection control unit of any of claims 8-10, or an internal combustion engine of a publication Among stroke conditions determined with said halt stroke distinction means at the time of the last internal combustion engine halt at the time of an internal combustion engine's starting [ from ] It is characterized by starting Tokiyuki who sorts out a stroke condition at the time of starting having a sorting means based on a condition in early stages of output initiation in either a signal of said internal combustion engine rotation condition detection means or the signals of said cam angle detection means and both.

[0043] like this starting Tokiyuki -- distinction equipment -- either halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 7, or claims 8-10 -- a stroke condition at the time of a halt correctly limited with said halt stroke distinction means has been acquired by having a fuel-injection control unit of an internal combustion engine of a publication. And from a stroke condition correctly limited in this way at the time of starting, starting Tokiyuki is that a sorting means sorts out a stroke condition at the time of starting based on a condition in early stages of output initiation in either a signal of an internal combustion engine rotation condition detection means or the signals of a cam angle detection means and both, and limits a stroke condition further. By this, it can extract in the much more positive stroke condition at an early stage at the time of starting. In this way, control at the time of starting can be performed with a much more precise thing.

[0044] Starting Tokiyuki of an internal combustion engine according to claim 12 distinction equipment While having halt stroke distinction equipment of an internal combustion engine according to claim 7, or a fuel-injection control unit of any of claims 8-10, or an internal combustion engine of a publication Among stroke conditions determined with said halt stroke distinction means at the time of the last internal combustion engine halt at the time of an internal combustion engine's starting [ from ] It is characterized by starting Tokiyuki who sorts out a stroke condition at the time of starting, and determines a crank angle in this sorting time having a sorting means based on a condition in early stages of output initiation in either a signal of said internal combustion engine rotation condition detection means or the signals of said cam angle detection means and both.

[0045] In this claim 12, like starting Tokiyuki, a sorting means has determined a crank angle in this sorting time while



sorting out a stroke condition at the time of starting. For this reason, according to a crank angle, it becomes controllable [ usual / of an internal combustion engine ] after sorting. Thus, based on a limited stroke condition, -izing of the decision of a crank angle after restart can be carried out [ early stage ] based on a stroke condition which limited a stroke condition still more correctly at the time of restart, and was limited to it such much more correctly. Therefore, operation stabilized quickly can be started now.

[0046] It is characterized by distinction equipment having a first \*\*\*\*\* activation means by which said starting Tokiyuki performs ignition in a gas column which can burn most early based on a stroke condition at the time of starting from which starting Tokiyuki of an internal combustion engine according to claim 13 was obtained by sorting means in addition to a configuration according to claim 12, and a crank angle in this sorting time.

[0047] Since-izing of the decision of a crank angle after restart can be carried out [ early stage ] based on that a stroke condition can limit correctly and this stroke condition, as for a first \*\*\*\*\* activation means, a gas column in which first \*\* is most early possible can be judged quickly. Starting stabilized further is attained from this.

[0048] As indicated to said claims 8-10, also when a fuel-injection means is performing fuel injection at the time of starting at the time of starting, ignition combustion can be carried out appropriately, without missing an ignition chance to this gas column by which fuel injection was carried out, and first \*\* can be certainly performed to earliest timing.

[0049]

[Embodiment of the Invention] [Gestalt 1 of operation] drawing 1 and the important section drawing of longitudinal section of the 4-cylinder gasoline engine 2 for automobiles (it abbreviates to an "engine" below) where invention mentioned above to 2 was applied are shown. Drawing 1 shows the longitudinal section which intersects perpendicularly with a crankshaft 4, and drawing 2 shows the longitudinal section parallel to a crankshaft 4.

[0050] In cylinder block 2a of an engine 2, it has four gas columns, a No. 1 gas column (it expresses with "#1" below), a No. 2 gas column (it expresses with "#2" below), a No. 3 gas column (it expresses with "#3" below), and a No. 4 gas column (it expresses with "#4" below). each [ these ] gas column (#1-#4) of every -- a piston 6 -- a round trip -- it is prepared movable. These pistons 6 are connected with the crankshaft 4 which is the output shaft of an engine 2 through connecting rod 6a, respectively. Both-way migration of a piston 6 is changed into rotation of a crankshaft 4 by connecting rod 6a. Moreover, the starter 8 used for starting is formed in the engine 2. An engine 2 is started by driving a starter 8 based on actuation of an ignition switch 10 at the time of starting by hand control, and rotating a crankshaft 4. Moreover, if automatic starting conditions are satisfied when carrying out automatic starting of the engine 2 automatically stopped by the eco-run system, a starter 8 will drive by ECU50 mentioned later, a crankshaft 4 will rotate, and an engine 2 will start.

[0051] As shown in drawing 1 (it has omitted in drawing 2 ), the signal rotor 12 is attached in the crankshaft 4. 34 projection 12a arranged focusing on the axis of a crankshaft 4 at the equiangular distance (here 10-degree gap) and broad one loss-of-teeth 12b are prepared in the periphery section of this signal rotor 12. And the periphery section of a signal rotor 12 is countered and the crank position sensor 14 is formed. Thus, when a crankshaft 4 rotates by being constituted, and each projection 12a and toothless 12b of a signal rotor 12 pass near the crank position sensor 14 one by one, from the crank position sensor 14, the rotation signal ("NE signal" is called below) of the shape of a pulse corresponding to the number of passage of each [ these ] projection 12a and toothless 12b is outputted.

[0052] Moreover, the cylinder head 16 is formed on cylinder block 2a. A combustion chamber 18 is formed between the cylinder head 16 and a piston 6, and the inhalation-of-air path 20 and the flueway 22 are connected to this combustion chamber 18. And a combustion chamber 18 and the inhalation-of-air path 20 are opened for free passage and intercepted by the switching action of an intake valve 24, and a combustion chamber 18 and a flueway 22 are opened for free passage and intercepted by the switching action of the exhaust air bulb 26.

[0053] Furthermore, the inhalation-of-air cam shaft 28 and the exhaust air cam shaft 30 for carrying out the closing motion drive of an intake valve 24 and the exhaust air bulb 26 are supported by the cylinder head 16 pivotable. These inhalation-of-air cam shaft 28 and the exhaust air cam shaft 30 are connected with a crankshaft 4 through a timing pulley and a timing belt (not shown [ both ]), are interlocked with rotation of a crankshaft 4 and rotated.

[0054] Focusing on the axis of the inhalation-of-air cam shaft 28, three projections 32, 34, and 36 arrange at 90-degree (it is equivalent to 180-degreeCA) gap, and are prepared in the peripheral face of the inhalation-of-air cam shaft 28. Therefore, the gap of the projection 32 of both ends and projection 36 is 180 degrees (it is equivalent to 360-degreeCA). In the cylinder head 16, the cam position sensor 38 which detects projections 32-36 and outputs a detecting signal is formed so that these projections 32-36 may be countered. When the inhalation-of-air cam shaft 28 rotates, projections 32-36 pass near the cam position sensor 38. From the cam position sensor 38, a pulse-like detecting signal is outputted by this corresponding to each passage of projections 32-36.

[0055] In addition, the adjustable valve timing device ("VVT" is called below) 39 is formed in the timing pulley and one

which are attached in the inhalation-of-air cam shaft 28. This VVT39 is equipment which makes valve timing of an intake valve 24 adjustable by adjusting the amount of tooth lead angles for the rotation phase of the inhalation-of-air cam shaft 28 to a crankshaft 4. Therefore, the detecting signal of the cam position sensor 38 is also a detecting signal of the valve timing of an intake valve 24 while being a gas column distinction signal.

[0056] The fuel injection valve 40 which turns a fuel to suction-port 20a, and injects it is formed in the inhalation-of-air path 20. From this fuel injection valve 40, required timing and fuel injection of the amount usually computed according to the operational status of an engine 2 at the time of an intake stroke are performed. With the air of suction-port 20a, gaseous mixture is formed of this fuel injection, and it is inhaled in a combustion chamber 18 by it. Furthermore, an ignition plug 42 is formed in the cylinder head 16, and ignition is performed by this ignition plug 42 to the gaseous mixture in a combustion chamber 18 into a compression stroke. The ignition timing of this ignition plug 42 is controlled by the ignitor 44 prepared above the ignition plug 42. And if the gaseous mixture of a combustion chamber is lit and it burns, a piston 6 will carry out both-way migration by the combustion energy at this time, and the rotation drive of the engine 2 will be carried out.

[0057] Next, the electric configuration of the control network in the gestalt of this operation is explained with reference to drawing 3. Fuel-injection control, ignition timing control, etc. equip this control network with the electronic control unit (henceforth ECU) 50 for controlling the operational status of an engine 2. This ECU50 is constituted as an arithmetic logic operation circuit equipped with CPU50a, ROM50b, RAM50c, backup RAM50d, etc. Here, CPU50a performs data processing based on the various control programs and map which were memorized by ROM50b. RAM50c is memory which memorizes temporarily the data inputted from the result of an operation and each sensor in CPU50a, and backup RAM50d is the memory of the non-volatile which saves the memorized data at the time of a halt of an engine 2. And CPU50a, ROM50b, RAM50c, and backup RAM50d are connected with 50f of external input circuits, and 50g of external output circuits while connecting mutually through bus 50e.

[0058] The crank position sensor 14, the cam position sensor 38, the starter 8, and the ignition switch 10 grade are connected to 50f of external input circuits. Moreover, the drive circuit of a starter 8, each fuel injection valve 40 of #1-#4, the ignitor 44, and the VVT39 grade are connected to 50g of external output circuits, respectively.

[0059] In ECU50 constituted as mentioned above, the energization condition is switched based on actuation of an ignition switch 10. When a switch in four locations, an off position, an accessory location, on position, and a start location, is possible for an ignition switch 10 and it is in an off position or an accessory location, ECU50 will be in the condition of not energizing. When an ignition switch 10 is in on position, ECU50 will be in an energization condition. Moreover, when an ignition switch 10 is in a start location, a starter 8 drives, compulsory rotation (cranking) of a crankshaft 4 is performed, and starting of an engine 2 is made.

[0060] Each stroke of an intake stroke, a compression stroke, an expansion stroke, and an exhaust stroke is performed in order of #1 ->#3 ->#4 ->#2 ->#1 during operation of an engine 2. And in each gas column (#1-#4), while fuel injection from a fuel injection valve 40 is performed in an intake stroke, ignition near the compression top dead center usually according to an ignition plug 42 at just before a compression top dead center is performed.

[0061] Here, while the engine 2 is driving, the signal from the crank position sensor 14 inputted into ECU50 and the cam position sensor 38 is shown in drawing 4. In drawing 4, (a) shows the voltage waveform generated in the cam position sensor 38 with rotation of the inhalation-of-air cam shaft 28. (b) changes the voltage waveform of (a) into a pulse-like cam angle signal. (c) shows the voltage waveform generated in the crank position sensor 14 with rotation of a crankshaft 4. (d) changes the voltage waveform of (c) into NE signal. The pulse number corresponding to projection 12a is "34" among this NE signal per [ 1 of a crankshaft 4 rotation (360 degreeCA) ]. Moreover, among the rotation signals outputted from the crank position sensor 14, in the portion corresponding to toothless 12b, when two pulses of gaps of a pulse do not exist, it is made large. The number of portions with these large pulse separation is "1" per [ 1 of a crankshaft 4 rotation (360 degreeCA) ]. And the portion corresponding to toothless 12b is outputted from the crank position sensor 14 into the compression stroke of #2 and #3, as KKB shows in stroke condition explanatory drawing of drawing 5. That is, the location of toothless 12b is set up so that the pulse signal corresponding to toothless 12b may be outputted to such timing.

[0062] ECU50 detects the rotation phase of a crankshaft 4 and the inhalation-of-air cam shaft 28 based on NE signal of the crank position sensor 14 mentioned above, and the cam angle signal from the cam position sensor 38. And ECU50 chooses the gas column which should perform gas column distinction about each gas column (#1-#4) from the rotation phase of a crankshaft 4 and the inhalation-of-air cam shaft 28, and should perform fuel injection and ignition among each [ these ] gas column (#1-#4). Moreover, ECU50 is adjusting fuel oil consumption, fuel injection timing, ignition timing, and valve timing by VVT39 based on the output of NE signal of the crank position sensor 14, the accelerator opening sensor which is not illustrated, an inhalation air content sensor, a coolant temperature sensor, etc., etc.

[0063] In addition, in case an operator stops the engine 2 under operation manually, an ignition switch 10 is switched to an accessory location or an off position from on position. thus, an ignition switch 10 switches -- having (a halt command being made) -- since the fuel injection from a fuel injection valve 40 is suspended by ECU50, the drive of an engine 2 stops. In addition, at the time of a switch of this ignition switch 10, ECU50 is not immediately made into the shape of un-energizing, but to ECU50, it energizes until rotation of a crankshaft 4 stops completely at least, and un-energizing ECU50 is supposed to suitable timing after that. Thus, it is for after a fuel-injection halt completing halt stroke distinction processing in which maintaining in the energization condition mentions ECU50 later during rotation of a crankshaft 4.

[0064] As a condition which an engine 2 stops in addition to this, an engine 2 may be automatically stopped by the eco-run system mentioned above. In this case, ECU50 is maintained by the energization condition irrespective of the rotation halt existence of a crankshaft 4.

[0065] By the way, if the fuel injection from a fuel injection valve 40 is suspended in order to stop an engine 2, an engine 2 will move to inertia rotation and the rotational speed (engine speed) of a crankshaft 4 will fall gradually. If it is in this condition, the running torque of the hard flow produced from the combustion chamber 18 where it was sealed in the compression stroke, and the running torque of the positive direction produced from the combustion chamber 18 where it was sealed in the expansion stroke influence rotation of a crankshaft 4. That is, as shown in drawing 5, the amount of [ of a stroke ] (90,270,450,630-degreeCA) center section becomes the minimum potential energy rotation phase, and the boundary portion (0,180,360,540-degreeCA) of a stroke serves as the maximum potential energy phase.

[0066] For this reason, when an engine 2 is in inertia rotation, as shown in drawing 6 (b), in case the voltage waveform generated in the crank position sensor 14 overcomes the maximum potential energy phase TOP of the boundary portion (0,180,360,540-degreeCA) of a stroke, an engine speed once falls. Therefore, in the case of maximum potential energy phase TOP passage, it becomes long wave length (low as frequency) from order. That is, the pulse separation of NE signal become longer than order. Moreover, he becomes long wave length from order naturally by the configuration mentioned above, and is trying for the pulse separation of NE signal to become longer than order in the rotation phase KKB of toothless 12b.

[0067] And if the engine 2 which is carrying out inertia rotation loses rotational energy gradually by friction etc. and it becomes impossible to overcome the maximum potential energy phase TOP, rotation of an engine 2 will be suspended. And an inversion phenomenon is produced from positive rotation to inverse rotation by making this rotation phase into the inversion rotation phase RVS. Since rotation once stops also in this inversion rotation phase RVS, the voltage waveform generated in the crank position sensor 14 serves as long wavelength from order, and the pulse separation of NE signal become longer than order.

[0068] Henceforth, since there is no rotational energy which overcomes the maximum potential energy phase TOP by the side of a lag even if it rotates reversely, in the field across which it faced between the maximum potential energy phase TOP which was not able to be overcome, and the maximum potential energy phase TOP by the side of the lag, an inversion is repeated and, at the end, inertia rotation of an engine 2 stops completely. Therefore, if the crank angle to which the pulse separation of NE signal became longer than order at the beginning is detected as first inversion rotation phase RVS, the stroke condition of each gas column (#1-#4) when an engine 2 actually stops can become clear, and it can be used for the engine control in the time of starting.

[0069] However, since the pulse separation of NE signal become longer than order also in the rotation phase KKB of toothless 12b also in case the maximum potential energy phase TOP is overcome and, ECU50 of the gestalt of this operation has determined the stroke condition at the time of a halt of an engine 2 by halt stroke distinction processing of drawing 7 explained below.

[0070] Halt stroke distinction processing ( drawing 7 ) is explained. This processing is processing by which repeat activation is carried out until rotation of an engine 2 stops completely from from, when an operator switches an ignition switch 10 to an accessory location or an off position from on position, or when it is automatically stopped by the eco-run system. In fact, whenever the pulse output of NE signal shown in drawing 4 (d) is made, also when repeat activation is carried out, the pulse output of NE signal is no longer made if needed and rotation of a crankshaft 4 stops completely, halt stroke distinction processing interrupts and is performed.

[0071] Initiation of this processing judges first whether it is interruption by NE signal shown in drawing 4 (d) (S110). it interrupts and comes out, and if it is (it is "YES" at S110), the numeric value showing the current time of day counted by the timer by the pulse output of NE signal built in CPU50a next will be set as time-of-day variable t (n) (S120). And as shown in the degree type 1, the pulse width Tne showing the time interval of NE pulse output (n) is computed by subtracting the time-of-day variable t (n-1) set up by processing of step S120 in the last control period from this time-of-day variable t (n) (S130) (S130).

[0072]

[Equation 1]

$Tne(n) \leftarrow t(n) - t(n-1)$  -- [Formula 1]

Next, the crank counter CCRNK showing a crank angle is updated. This crank counter CCRNK is a value which carries out 3 dividing of the NE signal, and counts it up, and shows the details of a CCRNK update process to drawing 8.

[0073] In a CCRNK update process, it is judged first whether this pulse has detected toothless 12b (S141). By the larger (for example,  $Tne(n) > 2.5 \times Tne(n-1)$ ) thing than the rate of a critical ratio (for example, 2.5), pulse width  $Tne(n)$  can judge [ as opposed to / in whether it is toothless 12b / the pulse width  $Tne(n-1)$  in the last control period ] in distinction from maximum-izing of the pulse width  $Tne$  in the maximum potential energy phase TOP (n), or maximum-izing with the inversion rotation phase RVS.

[0074] If not based on toothless 12b (it is "NO" at S141), the increment of the variable m with which the number of counts of a pulse output is expressed below in "1" will be carried out (S142). And it is judged whether Variable m became three or more (S143). If it is  $m \geq 3$  (it is "YES" at S143), next, "0" will be set as Variable m (S144), and the increment of the crank counter CCRNK in "1" will be carried out further (S145). And it is judged whether the crank counter CCRNK is larger than "23" (S146).  $CCRNK > 23$  (it is "YES" at S146), "0" will be set as the crank counter CCRNK (S147).

[0075] In addition, in the case of  $m < 3$ , "NO") and the crank counter CCRNK once come out of a CCRNK update process at step S143 (S143, without carrying out the increment in "1." Moreover, it once comes out of a CCRNK update process, without setting "0" as the crank counter CCRNK, if it is  $CCRNK \leq 23$  at step S146 (it is "NO" at S146).

[0076] When this pulse output detects toothless 12b, it is judged by "YES") and the degree between this toothless detection and the last toothless detection by (S141 whether 2 times of the cam angle signals PCA are inputted (S148). If 2 times of the cam angle signals PCA are inputted (it is "YES" at S148), "4" will be set as the crank counter CCRNK (S149). If 2 times of the cam angle signals PCA are not inputted (it is "NO" at S148), "16" is set as the crank counter CCRNK (S150).

[0077] In addition, this CCRNK update process (S140: drawing 8) is performed also during the drive of an engine 2. With the gestalt of this operation, it will perform until a crankshaft 4 stops after a drive halt of an engine 2, as mentioned above.

[0078] Termination of a CCRNK update process (S140: drawing 8) judges whether next the pulse width  $Tne$  of NE signal became the maximum (S160). For example, when pulse width is increasing from the pulse width  $Tne(n-2)$  before last to the last pulse width  $Tne(n-1)$  and this pulse width  $Tne(n)$  is decreasing rather than the last pulse width  $Tne(n-1)$ , it is judged with pulse width  $Tne(n-1)$  having become the maximum the last control period. That is, if pulse width  $Tne(n-1)$  excels rather than the condition of order, it will be judged with having become the maximum with the phase. If pulse width  $Tne(n-1)$  does not serve as the maximum (it is "NO" at S160), halt stroke distinction processing is once ended as it is. If pulse width  $Tne$  serves as the maximum (it is "YES" at S160), stroke state-variable N setting processing will be performed next (S170).

[0079] The details of stroke state-variable N setting processing are shown in drawing 9. In stroke state-variable N setting processing, it first judges whether the crank counter CCRNK at the time of a control period (n-1) corresponds to "0, 4, 6, 12, 16, or 18" last time (S171). Among this,  $CCRNK(n-1) = "4, 16"$  supports the crank angle phase to which the maximum appears in pulse width  $Tne$  by toothless 12b. Moreover, in case  $CCRNK(n-1) = "0, 6, 12, 18"$  passes the maximum potential energy phase TOP, when a rotational frequency once falls, it supports the crank angle phase to which the maximum appears in pulse width  $Tne$ .

[0080] Thus, even if it is continuing positive rotation, in being  $CCRNK(n-1) = "0, 4, 6, 12, 16, 18"$ , pulse width  $Tne$  serves as the maximum. It becoming clear that such a maximum phase arose once comes out of stroke state-variable N setting processing as it is (it is "YES" at S171).

[0081]  $CCRNK(n-1) = "0, 4, 6, 12, 16, 18"$  -- it is not -- a case -- \*\*\*\* -- (-- S -- 171 -- "NO" --) -- a degree --  $CCRNK(n-1) = "18-23"$  -- \*\*\*\*\* -- judging -- having (S172). Thus, #1 shows the condition that a compression stroke and #2 have an intake stroke and #4 in an expansion stroke, and #3 have in an exhaust stroke as the condition of being  $CCRNK(n-1) = "18-23"$  is shown in drawing 5. In addition, hereafter, a stroke condition shall be represented with the gas column of a compression stroke, and shall be described. Therefore, the stroke condition in this case is in the condition that #1 is a compression stroke.

[0082] If it is  $CCRNK(n-1) = "18-23"$  (it is "YES" at S172), "1" will be set as the stroke state variable N (S173), and it will once come out of stroke state-variable N setting processing as it is. In addition, "0" shall be beforehand set to the stroke state variable N as initial value.

[0083] Here, the condition of having been judged with "YES" at step S172 shows that pulse width  $Tne(n-1)$  became the

maximum, when the crank counter CCRNK in a control period (n-1) is in "18-23" last time. However, since it is set to "YES" at step S171, CCRNK(n-1) = "18" is not judged with "YES" at step S172. That is, the condition of having been judged with "YES" at step S172 shows that pulse width Tne (n-1) became the beginning with the maximum with the crank angle phase which is not usually produced by #1 having continued positive rotation in the condition of being a compression stroke.

[0084] Two cases can be considered in order to be in this condition. In the case of the 1st, when #1 is in a compression stroke, it is the case where the first inversion arises. Therefore, in this case, a crankshaft 4 is a field between the crank angle phase CA of 540 degrees, and 0(720) \*\*CA, repeats inverse rotation and positive rotation and suspends rotation henceforth the minimum potential energy rotation phase BTM (630-degreeCA) or near [ this ] the phase.

[0085] It is the case where in the case of the 2nd it was judged at step S171 to be "YES" since the first inversion lapped with CCRNK(n-1) = "0, 4, 6, 12, 16, 18" in fact, the first inversion was not detected, but the 2nd inversion is detected as the first inversion in fact. For example, although the first inversion arose in CCRNK(n-1) = "16" or "18", it is the case where the maximum of the pulse width Tne (n-1) which it was judged with "YES", and was not detected at step S171, but was produced at the time of the inversion to the 2nd inversion, i.e., the positive rotation from inverse rotation, is caught. In this case, inverse rotation and positive rotation will be repeated in fact in the compression stroke (CCRNK(n-1) = "12-17") of #2, and rotation will be suspended the minimum potential energy rotation phase BTM (450-degreeCA) or near [ this ] the phase. However, since NE signal counts also in inverse rotation and the crank counter CCRNK counts up, the numeric value of the crank counter CCRNK at the time of detection of an inversion (n-1) shows a value as if #1 was in the compression stroke condition.

[0086] Thus, since the 1st case and the 2nd case exist, stroke state-variable N = "1" means that either of #1 and #2 has a crank angle phase at the time of a drop dead halt in a compression stroke.

[0087] Moreover, if judged with "NO" at both the steps S171 and S172, it will be judged next whether it is CCRNK(n-1) = "0-5" (S174). Thus, the condition of being CCRNK(n-1) = "0-5" shows the condition that #3 are in a compression stroke. If it is CCRNK(n-1) = "0-5" (it is "YES" at S174), "2" will be set as the stroke state variable N (S175), and it will once come out of stroke state-variable N setting processing as it is.

[0088] Here, the condition of having been judged with "YES" at step S174 shows that pulse width Tne (n-1) became the maximum, when the crank counter CCRNK (n-1) is in "0-5." However, since it is set to "YES" at step S171, CCRNK(n-1) = "0" and "4" are not judged with "YES" at step S174. That is, by having continued positive rotation, it is shown that pulse width Tne (n-1) became the beginning with the maximum with the crank angle phase which is not usually produced.

[0089] Two cases can be considered in order to be in this condition. In the case of the 1st, when #3 are in a compression stroke, it is the case where the first inversion arises. Therefore, in this case, a crankshaft 4 is a field between the crank angle phase CA of 0 degree, and 180-degreeCA, repeats inverse rotation and positive rotation and suspends rotation henceforth the minimum potential energy rotation phase BTM (90-degreeCA) or near [ this ] the phase.

[0090] It is the case where in the case of the 2nd it was judged at step S171 to be "YES" since the first inversion lapped with CCRNK = "0, 4, 6, 12, 16, 18" in fact, the first inversion was not detected, but it is detected that the 2nd inversion is the first inversion. For example, although the first inversion arose in CCRNK = "0", it is the case where the maximum of the pulse width Tne (n-1) produced when it was judged with "YES", and was not detected at step S171 but it changed to positive rotation from the 2nd inversion, i.e., inverse rotation, is caught. In this case, inverse rotation and positive rotation will be repeated in fact in the compression stroke (CCRNK(n-1) = "18-23") of #1, and rotation will be suspended the minimum potential energy rotation phase BTM (630-degreeCA) or near [ this ] the phase. However, since NE signal counts also in inverse rotation and the crank counter CCRNK counts up, the numeric value of the crank counter CCRNK (n-1) comes to show a value as if #3 were in the compression stroke.

[0091] Thus, stroke state-variable N = "2" means that either of #1 and #3 has a crank angle phase at the time of a drop dead halt in a compression stroke condition. Moreover, if judged with "NO" at both the steps S171, S172, and S174, it will be judged next whether it is CCRNK(n-1) = "6-11" (S176). Thus, the condition of being CCRNK(n-1) = "6-11" shows the condition that #4 are in a compression stroke. If it is CCRNK(n-1) = "6-11" (it is "YES" at S176), "3" will be set as the stroke state variable N (S177), and it will once come out of stroke state-variable N setting processing as it is.

[0092] Here, the condition of having been judged with "YES" at step S176 shows that pulse width Tne (n-1) became the maximum, when the crank counter CCRNK (n-1) is in "6-11." However, since it is set to "YES" at step S171, CCRNK (n-1) = "6" is not judged with "YES" at step S176. That is, by having continued positive rotation, it is shown that pulse width Tne (n-1) became the beginning with the maximum with the crank angle phase which is not usually produced.

[0093] Two cases can be considered in order to be in this condition. In the case of the 1st, when #4 are in a compression stroke, it is the case where the first inversion arises. Therefore, in this case, a crankshaft 4 is a field between the crank



angle phase CA of 180 degrees, and 360-degreeCA, repeats inverse rotation and positive rotation and suspends rotation henceforth the minimum potential energy rotation phase BTM (270-degreeCA) or near [ this ] the phase.

[0094] It is the case where in the case of the 2nd it was judged at step S171 to be "YES" since the first inversion lapped with CCRNK(n-1) = "0, 4, 6, 12, 16, 18" in fact, the first inversion was not detected in fact, but the 2nd inversion is detected as the first inversion. For example, although the first inversion arose in CCRNK= "4" or "6", it is the case where the maximum of the pulse width Tne (n-1) produced when it was judged with "YES", and was not detected at step S171 but it changed to positive rotation from the 2nd inversion, i.e., inverse rotation, is caught. In this case, inverse rotation and positive rotation will be repeated in fact in the compression stroke (CCRNK(n-1) = "0-5") of #3, and rotation will be suspended the minimum potential energy rotation phase BTM (90-degreeCA) or near [ this ] the phase. However, since NE signal counts also in inverse rotation and the crank counter CCRNK counts up, the numeric value of the crank counter CCRNK (n-1) shows a value as if #4 were in the compression stroke.

[0095] Thus, stroke state-variable N= "3" means that either of #3 and #4 has a crank angle phase at the time of a drop dead halt in a compression stroke condition. Moreover, if judged with "NO" at both the steps S171, S172, S174, and S176, it will be judged next whether it is CCRNK(n-1) = "12-17" (S178). Thus, the condition of being CCRNK(n-1) = "12-17" shows the condition that #2 are in a compression stroke. If it is CCRNK(n-1) = "12-17" (it is "YES" at S178), "4" will be set as the stroke state variable N (S179), and it will once come out of stroke state-variable N setting processing as it is.

[0096] Here, the condition of having been judged with "YES" at step S178 shows that pulse width Tne (n-1) became the maximum, when the crank counter CCRNK (n-1) is in "12-17." However, since it is set to "YES" at step S171, CCRNK= "12" and "16" are not judged with "YES" at step S178. That is, by having continued positive rotation, it is shown that pulse width Tne (n-1) became the beginning with the maximum with the crank angle phase which is not usually produced.

[0097] Two cases can be considered in order to be in this condition. In the case of the 1st, when #2 are in a compression stroke, it is the case where the first inversion arises. Therefore, in this case, a crankshaft 4 is a field between the crank angle phase CA of 360 degrees, and 540-degreeCA, repeats inverse rotation and positive rotation and suspends rotation henceforth the minimum potential energy rotation phase BTM (430-degreeCA) or near [ this ] the phase.

[0098] It is the case where in the case of the 2nd it was judged at step S171 to be "YES" since the first inversion lapped with CCRNK= "0, 4, 6, 12, 16, 18" in fact, the first inversion was not detected, but the 2nd inversion is detected as the first inversion. For example, although the first inversion arose in CCRNK= "12", it is the case where the maximum of the pulse width Tne (n-1) produced when it was judged with "YES", and was not detected at step S171 but it changed to positive rotation from the 2nd inversion, i.e., inverse rotation, is caught. In this case, inverse rotation and positive rotation will be repeated in fact in the compression stroke (CCRNK(n-1) = "6-11") of #4, and rotation will be suspended the minimum potential energy rotation phase BTM (270-degreeCA) or near [ this ] the phase. However, since NE signal counts also in inverse rotation and the crank counter CCRNK counts up, the numeric value of the crank counter CCRNK (n-1) comes to show a value as if #2 were in the compression stroke condition.

[0099] Thus, stroke state-variable N= "4" means that either of #2 and #4 has a crank angle phase at the time of a drop dead halt in a compression stroke condition. In addition, it is very few when judged with "YES" at steps S172, S174, S176, and S178 mentioned above in the inversion of the 3rd henceforth. However, even if the inversion of the 3rd henceforth is detected as the first inversion in this way, the increment in the crank counter CCRNK by the repeat of positive rotation and inverse rotation is not big. Therefore, an error from which it separates from the crank angle phase at the time of the drop dead halt limited with the stroke state variable N is not produced.

[0100] Next, if judged with "NO" at both the steps S171, S172, S174, S176, and S178, it will once come out of stroke state-variable N setting processing as it is. Therefore, the stroke state variable N is still "0" of initial setting in this case.

[0101] in addition -- a halt -- a stroke -- distinction -- processing ( drawing 7 ) -- setting -- NE -- a signal -- a pulse output -- depending -- interruption -- not but -- a crankshaft -- four -- rotation -- a halt -- the time -- interruption -- it is -- a case -- ( -- S -- 110 -- "-- NO -- " -- ) -- an inversion -- detecting -- not having -- a \*\* -- having stopped -- things -- being shown -- \*\*\*\* -- having stopped -- a crank angle -- a phase -- a crank -- a In this case, it performs from step S172 of the stroke state-variable N setting processing ( drawing 9 ) mentioned above.

[0102] Therefore, if it is CCRNK(n-1) = "18-23" (it is "YES" at S172), "1" is set as the stroke state variable N (S173), and it is shown that either of #1 and #2 is in a compression stroke. That is, if it is the value of CCRNK(n-1) = "18-23", it will mean carrying out a rotation halt by the compression stroke of #1, without reversing at all. Moreover, since the first inversion lapped with CCRNK= "0, 4, 6, 12, 16, 18", if it is judged at step S171 to be "YES" and an inversion serves as nothing a value of CCRNK(n-1) = "18-23" after that in fact, it will mean carrying out a rotation halt by the compression stroke of #2. Not only the first inversion but when all inversions lap with CCRNK= "0, 4, 6, 12, 16, 18" entirely, it

means carrying out a rotation halt by the compression stroke of #2.

[0103] Similarly, if it is CCRNK="0-5" (it is "YES" at S174), "2" is set as the stroke state variable N (S175), and it is shown that either of #1 and #3 is in a compression stroke. Moreover, if it is CCRNK="6-11" (it is "YES" at S176), "3" is set as the stroke state variable N (S177), and it is shown that either of #3 and #4 is in a compression stroke. Moreover, if it is CCRNK="12-17" (it is "YES" at S178), "4" is set as the stroke state variable N (S179), and it is shown that either of #2 and #4 is in a compression stroke.

[0104] Thus, termination of stroke state-variable N setting processing (S170: drawing 9) judges next whether it is stroke state-variable N="0" (S180). The stroke state variable N is "0" (it is "YES" at S180), and un-snaking once ends halt stroke distinction processing, if the state variable N is not set up.

[0105] On the other hand, if the value of either "1-4" is set as the stroke state variable N and it is (it is "NO" at S180), a setup which suspends halt stroke distinction processing interruption activation will be carried out (S190), and halt stroke distinction processing will be ended. By halt setup (S190) of this halt stroke distinction processing interruption activation, again, halt stroke distinction processing (drawing 7) stops until an operator switches an ignition switch 10 to an accessory location or an off position from on position, or until it is automatically stopped by the eco-run system. In addition, since the value of the stroke state variable N is memorized by backup RAM50d, even when ECU50 is turned off after halt stroke distinction processing (drawing 7), it is held till the next starting.

[0106] Next, the processing performed based on the value of the stroke state variable N which was set up and memorized by backup RAM50d as mentioned above at the time of starting is explained. At the time of this starting, when an ignition switch 10 is made into a start location, it is a time of starting automatic starting by the eco-run system.

[0107] Fuel-injection processing is shown at the time of starting performed to drawing 10 based on the value of the stroke state variable N. This processing is processing performed once at the time of starting. Initiation of this processing judges first whether it is "1" for the stroke state variable N (S210). If it is N="1" (it is "YES" at S210), since it is shown that either of #1 and #2 is in a compression stroke condition, either of #1 and #3 will be in an intake stroke in the state of this stroke. Therefore, fuel injection is performed to both #1 and #3 (S220). That is, from the fuel injection valve 40 of both #1 and #3, the fuel quantity set up based on the cooling water temperature THW at the time of starting is turned to each suction-port 20a, and is injected. In this way, fuel-injection processing is ended at the time of starting. A fuel is immediately absorbed with inhalation of air by cranking of an engine 2 by this in either combustion chamber 18 of #1 in an intake stroke, and #3. And it becomes a compression stroke succeeding, ignition is made near the termination of a compression stroke, and first \*\* is made.

[0108] For example, when #1 suits a compression stroke by the idle state in fact, #3 is in an intake stroke at (CCRNK="18-23") and this time. Therefore, the fuel injected towards suction-port 20a of #3 is inhaled immediately, and serves as first \*\* near the crank angle phase =180-degreeCA. And the fuel injected towards suction-port 20a of #1 is inhaled in the intake stroke visited behind about three lines in the combustion chamber 18 of #1, and is used for combustion.

[0109] Moreover, when #2 are a compression stroke in fact, it is set to #1 that it is in (CCRNK="12-17") and an intake stroke. Therefore, the fuel injected towards suction-port 20a of #1 is inhaled immediately, and serves as first \*\* near the crank angle phase =0-degreeCA. And the fuel injected towards suction-port 20a of #3 is further inhaled in the next intake stroke in the combustion chamber 18 of #3, and ignition combustion is carried out near the crank angle phase =180-degreeCA.

[0110] If it is not N="1" (it is "NO" at S210), it will be judged for the stroke state variable N next whether it is "2" (S230). If it is N="2" (it is "YES" at S230), since it is shown that either of #1 and #3 is in a compression stroke condition, in the state of this stroke, either of #3 and #4 is in an intake stroke. Therefore, fuel injection is performed to both #3 and #4 (S240). That is, from the fuel injection valve 40 of both #3 and #4, the fuel quantity set up based on the cooling water temperature THW at the time of starting is turned to each suction-port 20a, and is injected. In this way, fuel-injection processing is ended at the time of starting. By this, a fuel is immediately absorbed with inhalation of air by either combustion chamber 18 of #3 in an intake stroke, and #4 at the time of cranking of an engine 2. And it becomes a compression stroke succeeding, and at the time of termination of a compression stroke, ignition is made and first \*\* is made.

[0111] For example, when #3 are a compression stroke in fact, #4 is in (CCRNK="0-5") and an intake stroke. Therefore, the fuel injected towards suction-port 20a of #4 is inhaled immediately, and serves as first \*\* near the crank angle phase =360-degreeCA. And the fuel injected towards suction-port 20a of #3 is inhaled in the intake stroke visited behind about three lines in the combustion chamber 18 of #3, and is used for combustion.

[0112] Moreover, when #1 is a compression stroke in fact, #3 is in (CCRNK="18-23") and an intake stroke. Therefore, the fuel injected towards suction-port 20a of #3 is inhaled immediately, and serves as first \*\* near the crank angle phase =180-degreeCA. And the fuel injected towards suction-port 20a of #4 is further inhaled in the next intake stroke in the

combustion chamber 18 of #4, and ignition combustion is carried out near the crank angle phase =360-degreeCA. [0113] If it is not N= "2" (it is "NO" at S230), it will be judged for the stroke state variable N next whether it is "3" (S250). If it is N= "3" (it is "YES" at S250), since it is shown that either of #3 and #4 is in a compression stroke condition, in the state of this stroke, either of #2 and #4 is in an intake stroke. Therefore, fuel injection is performed to both #2 and #4 (S260). That is, from the fuel injection valve 40 of both #2 and #4, the fuel quantity set up based on the cooling water temperature THW at the time of starting is turned to each suction-port 20a, and is injected. In this way, fuel-injection processing is ended at the time of starting. By this, a fuel is immediately absorbed with inhalation of air by either combustion chamber 18 of #2 in an intake stroke, and #4 at the time of cranking of an engine 2. And it becomes a compression stroke succeeding, and at the time of termination of a compression stroke, ignition is made and first \*\* is made.

[0114] For example, when #4 are a compression stroke in fact, #2 is in (CCRNK= "6-11") and an intake stroke. Therefore, the fuel injected towards suction-port 20a of #2 is inhaled immediately, and serves as first \*\* near the crank angle phase =540-degreeCA. And the fuel injected towards suction-port 20a of #4 is inhaled in the intake stroke visited behind about three lines in the combustion chamber 18 of #4, and is used for combustion.

[0115] Moreover, when #3 are a compression stroke in fact, #4 is in (CCRNK= "0-5") and an intake stroke. Therefore, the fuel injected towards suction-port 20a of #4 is inhaled immediately, and serves as first \*\* near the crank angle phase =360-degreeCA. And the fuel injected towards suction-port 20a of #2 is further inhaled in the next intake stroke in the combustion chamber 18 of #2, and ignition combustion is carried out near the crank angle phase =540-degreeCA.

[0116] If it is not N= "3" (it is "NO" at S250), the stroke state variable N is "4." Since this shows that either of #2 and #4 is in a compression stroke condition, in the state of this stroke, either of #1 and #2 is in an intake stroke. Therefore, fuel injection is performed to both #1 and #2 (S270). That is, from the fuel injection valve 40 of both #1 and #2, the fuel quantity set up based on the cooling water temperature THW at the time of starting is turned to each suction-port 20a, and is injected. In this way, fuel-injection processing is ended at the time of starting. By this, a fuel is immediately absorbed with inhalation of air by either combustion chamber 18 of #1 in an intake stroke, and #2 at the time of cranking of an engine 2. And it becomes a compression stroke succeeding, and at the time of termination of a compression stroke, ignition is made and first \*\* is made.

[0117] For example, when #2 are a compression stroke in fact, #1 is in (CCRNK= "12-17") and an intake stroke. Therefore, the fuel injected towards suction-port 20a of #1 is inhaled immediately, and serves as first \*\* near the crank angle phase =720-degreeCA. And the fuel injected towards suction-port 20a of #2 is inhaled in the intake stroke visited behind about three lines in the combustion chamber 18 of #2, and is used for combustion.

[0118] Moreover, when #4 are a compression stroke in fact, #2 is in (CCRNK= "6-11") and an intake stroke. Therefore, the fuel injected towards suction-port 20a of #2 is inhaled immediately, and serves as first \*\* in crank angle phase degreeCA. And the fuel injected towards suction-port 20a of #1 is further inhaled in the next intake stroke in the combustion chamber 18 of #1, and ignition combustion is carried out near the crank angle phase =0-degreeCA.

[0119] Next, when an ignition switch 10 is made into a start location and automatic starting is started by the eco-run system henceforth, the crank angle setting processing performed henceforth is explained based on drawing 11 -15. This crank angle setting processing is processing interrupted and performed for every pulse output of NE signal.

[0120] Initiation of crank angle setting processing judges first whether it is "OFF" for the completion flag Fs of sorting (S310). Here, by each sorting processing ( drawing 12 -15) mentioned later, the completion flag Fs of sorting is a flag set as "ON", when the gas column which is in a compression stroke at the time of starting initiation is sorted out, and it is initialized by Fs= "OFF" at the time of starting. Therefore, since it is Fs= "OFF" (it is "YES" at S310) at first, the rotation crank angle Sca after a starter 8 next turns on is counted (S315). Namely, 10-degreeCA is added for every activation of step S315. However, 30-degreeCA is added when it is toothless 12b.

[0121] Next, the stroke state variable N memorized by backup RAM50d is read, and it judges whether it is N= "1" (S320). Here, if it is N= "1" (it is "YES" at S320), #1 and 2 sorting processing which are shown in drawing 12 will be performed (S330). In N= "1", as mentioned above, it has become clear that the stroke condition at the time of a halt of an engine 2 has either #1 or #2 in a compression stroke. That is, #1 and 2 sorting processing are processings for determining whether which compression stroke of #1 or #2 is in the stroke condition at the time of a halt (at the time of starting), and setting up the crank counter CCRNK at an early stage in fact.

[0122] # Initiation of 1 and 2 sorting processing first judges whether it is that to which NE signal corresponding to this interruption activation corresponds to toothless 12b (S331). Before corresponding to toothless 12b, it is judged whether "NO"), next the cam angle signal PCA inputted twice by (S331 (S332). The cam angle signal PCA is not inputted, or while the cam angle signal PCA is still 1 time, it comes out of #1 and 2 sorting processing ( drawing 12 ) "NO") and as [ this ] by (S332. And it once ends also about crank angle setting processing ( drawing 11 ).



[0123] On the other hand, if NE signal corresponds to toothless 12b (it is "YES" at S331), it will be judged for said rotation crank angle Sca whether it is less than 80-degreeCA (S333). If it is  $Sca \leq 80\text{-degreeCA}$  (it is "YES" at S333), since #2 correspond as a gas column in a compression stroke at the time of starting, "#2" is memorized to the gas column variable SS at the time of starting set up in RAM50c (S334).

[0124] As shown in drawing 5, in  $N = "1"$ , either the engine 2#1 at the time of a halt or #2 are in a compression stroke, and, moreover, it is in the minimum potential energy rotation phase BTM (450-degreeCA or 630-degreeCA) or the rotation phase of this near also among this. An engine 2 rotates from this condition and only the condition that #2 are in a compression stroke at the time of starting initiation serves as the rotation phase KKB of toothless 12b from ON of a starter 8 within 80-degreeCA. Therefore, "#2" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting. In addition, drawing 5 shows the condition that VVT39 arranges the relative topology of the inhalation-of-air cam shaft 28 to a crankshaft 4 to the maximum lag phase which is a phase at the time of starting.

[0125] And if the condition that #2 are in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, the rotation phase KKB which detects toothless 12b first will be 480-degreeCA. For this reason, "16" is set as the crank counter CCRNK (S335). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S336), and it comes out of #1 and 2 sorting processing ( drawing 12 ).

[0126] If "NO") and the cam angle signal PCA input twice by (S331 before toothless 12b is detected (it is "YES" at S332), since #2 correspond as a gas column in a compression stroke on the other hand at the time of starting, "#2" is memorized to the gas column variable SS at the time of starting (S337).

[0127] As shown in drawing 5, even if #2 actually suit the condition of the engine 2 at the time of a halt of being in a compression stroke, it thinks, also when having exceeded slightly, whether it is in 480-degreeCA which is the rotation phase KKB which detects toothless 12b first by relation, such as friction, and. In this case, before toothless 12b is detected, the cam angle signal PCA will input twice. Therefore, in such a case, "#2" is memorized by the gas column variable SS at the time of starting.

[0128] And if the condition that #2 are in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, the rotation phase which the 2nd cam angle signal PCA inputs will be 0-degreeCA. For this reason, "0" is set as the crank counter CCRNK (S338). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S336), and it comes out of #1 and 2 sorting processing ( drawing 12 ).

[0129] moreover -- two -- a time -- a cam -- an angle -- a signal -- PCA -- detecting -- not having -- inside -- loss of teeth -- 12 -- b -- detecting -- having (it being "YES" at S331) -- moreover -- rotation -- a crank angle -- Sca -- 80 -- degree -- CA -- exceeding -- \*\*\*\* -- a case -- (-- S -- 333 -- "-- NO -- " --) -- starting -- the time -- a compression stroke -- it is -- a gas column -- \*\*\*\*\* -- #1 -- For this reason, "#1" is memorized to the gas column variable SS at the time of starting (S339).

[0130] As shown in drawing 5, before an engine 2 rotates from the idle state of  $N = "1"$  and 2 times of the cam angle signals PCA are detected, after exceeding 80-degreeCA from ON of a starter 8, only the case where #1 is in a compression stroke at the time of starting initiation serves as the rotation phase KKB of toothless 12b. Therefore, "#1" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting.

[0131] And if the condition that #1 is in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, the rotation phase KKB which detects toothless 12b first will be 120-degreeCA. For this reason, "4" is set as the crank counter CCRNK (S340). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S336), and it comes out of #1 and 2 sorting processing ( drawing 12 ).

[0132] By crank angle setting processing ( drawing 11 ), when it is not  $N = "1"$ , it is judged by "NO") and the degree (S320 whether it is  $N = "2"$  (S350). If it is  $N = "2"$  (it is "YES" at S350), #1 and 3 sorting processing which are shown in drawing 13 will be performed (S360). In  $N = "2"$ , as mentioned above, it has become clear that the stroke condition at the time of a halt of an engine 2 has either #1 or #3 in a compression stroke. That is, #1 and 3 sorting processing are processings for determining any of #1 or #3 are in the stroke condition at the time of a halt (at the time of starting), and setting up the crank counter CCRNK at an early stage in fact.

[0133] # Initiation of 1 and 3 sorting processing first judges whether it is that to which NE signal corresponding to this interruption activation corresponds to toothless 12b (S361). Before corresponding to toothless 12b, it is judged whether "NO"), next the cam angle signal PCA inputted by (S361 (S362). Before the cam angle signal PCA is inputted, it comes out of #1 and 3 sorting processing ( drawing 13 ) "NO") and as [ this ] by (S362). And it once ends also about crank angle setting processing ( drawing 11 ).

[0134] On the other hand, if NE signal corresponds to toothless 12b (it is "YES" at S361), #3 will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting as a gas column which is in a compression stroke at the time of starting (S364). As shown in drawing 5, in  $N = "2"$ , either the engine 2#1 at the time of a halt or #3 are in a compression stroke,

and, moreover, it is in the minimum potential energy rotation phase BTM (630-degreeCA or 90-degreeCA) or the rotation phase condition of this near also among this. Before an engine 2 rotates from this condition and the cam angle signal PCA inputs from ON of a starter 8, only the case where #3 are in a compression stroke at the time of starting initiation serves as the rotation phase KKB of toothless 12b. Therefore, "#3" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting.

[0135] And if the condition that #3 are in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, the rotation phase KKB which detects toothless 12b first will be 120-degreeCA. For this reason, "4" is set as the crank counter CCRNK (S365). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S366), and it comes out of #1 and 3 sorting processing ( drawing 13 ).

[0136] On the other hand, if the input of "NO") and the cam angle signal PCA is by (S361 before toothless 12b is detected (it is "YES" at S362), it will be judged for said rotation crank angle Sca next whether it is less than 180-degreeCA (S367). If it is  $Sca \leq 180\text{-degreeCA}$  (it is "YES" at S367), "#1" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting as a gas column which is in a compression stroke at the time of starting (S368). In the idle state of  $N = "2"$ , that the input of the cam angle signal PCA is within 180-degreeCA from ON of a starter 8 is only the case where #1 is in a compression stroke at the time of starting initiation. Therefore, "#1" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting.

[0137] And if the condition that #1 is in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, it will be 0-degreeCA that there is an input of the cam angle signal PCA first. For this reason, "0" is set as the crank counter CCRNK (S369). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S366), and it comes out of #1 and 3 sorting processing ( drawing 13 ).

[0138] Moreover, if it is  $Sca > 180\text{-degreeCA}$  (it is "NO" at S367), "#3" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting as a gas column which is in a compression stroke at the time of starting (S370). As shown in drawing 5, even if #3 suit a compression stroke at the time of a halt, whether it being in 120-degreeCA which is the rotation phase KKB which detects toothless 12b first by relation, such as friction, and the case where it has exceeded slightly can be considered. In this case, after being set to  $Sca > 180\text{-degreeCA}$ , before toothless 12b of 480 degree CA of crank angles is detected, the cam angle signal PCA will input in 360 degree CA of crank angles. Therefore, in such a case, "#3" is memorized by the gas column variable SS at the time of starting.

[0139] And if the condition that #3 are in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, after being set to  $Sca > 180\text{-degreeCA}$ , the rotation phase which the cam angle signal PCA inputs will be 360-degreeCA. For this reason, "12" is set as the crank counter CCRNK (S371). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S366), and it comes out of #1 and 3 sorting processing ( drawing 13 ).

[0140] By crank angle setting processing ( drawing 11 ), when it is not  $N = "2"$ , it is judged by "NO") and the degree (S350 whether it is  $N = "3"$  (S380). If it is  $N = "3"$  (it is "YES" at S380), #3 and 4 sorting processing which are shown in drawing 14 will be performed (S390). In  $N = "3"$ , as mentioned above, it has become clear that the stroke condition at the time of a halt of an engine 2 has either #3 or #4 in a compression stroke. That is, #3 and 4 sorting processing are processings for determining any of #3 or #4 are in the stroke condition at the time of a halt (at the time of starting), and setting up the crank counter CCRNK at an early stage.

[0141] # Initiation of 3 and 4 sorting processing first judges whether it is that to which NE signal corresponding to this interruption activation corresponds to toothless 12b (S391). Before corresponding to toothless 12b, it is judged whether "NO"), next the cam angle signal PCA inputted by (S391 (S392). Before the cam angle signal PCA is inputted, it comes out of #3 and 4 sorting processing ( drawing 14 ) "NO") and as [ this ] by (S392. And it once ends also about crank angle setting processing ( drawing 11 ).

[0142] On the other hand, if NE signal corresponds to toothless 12b (it is "YES" at S391), "#3" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting as a gas column which is in a compression stroke at the time of starting (S394). As shown in drawing 5, in  $N = "3"$ , either the engine 2#3 at the time of a halt or #4 are in a compression stroke, and, moreover, it is in the minimum potential energy rotation phase BTM (90-degreeCA or 270-degreeCA) or the rotation phase condition of this near also among this. Before an engine 2 rotates from this condition and the cam angle signal PCA inputs from ON of a starter 8, only the case where #3 are in a compression stroke at the time of starting initiation serves as the rotation phase KKB of toothless 12b. Therefore, "#3" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting.

[0143] And if the condition that #3 are in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, the rotation phase KKB which detects toothless 12b first will be 120-degreeCA. For this reason, "4" is set as the crank counter CCRNK (S395). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S396), and it comes out of #3 and 4 sorting processing ( drawing 14 ).

[0144] On the other hand, if the input of "NO") and the cam angle signal PCA is by (S391 before toothless 12b is detected (it is "YES" at S392), it will be judged for said rotation crank angle Sca next whether it is less than 180-degreeCA (S397). If it is  $Sca \leq 180\text{-degreeCA}$  (it is "YES" at S397), "#4" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting as a gas column which is in a compression stroke at the time of starting (S398). In the idle state of  $N = "3"$ , that the input of the cam angle signal PCA is within 180-degreeCA from the time of starting initiation is only the case where #4 are in a compression stroke at the time of starting initiation. Therefore, "#4" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting.

[0145] And if the condition that #4 are in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, it will be 360-degreeCA that there is an input of the cam angle signal PCA first. For this reason, "12" is set as the crank counter CCRNK (S399). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S396), and it comes out of #3 and 4 sorting processing ( drawing 14 ).

[0146] Moreover, if it is  $Sca > 180\text{-degreeCA}$  (it is "NO" at S397), "#3" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting as a gas column which is in a compression stroke at the time of starting (S400). As shown in drawing 5 , even if the engine 2#3 at the time of a halt suits the condition of being in a compression stroke, whether it being in 120-degreeCA which is the rotation phase KKB which detects toothless 12b first by relation, such as friction, and the case where it has exceeded slightly can be considered. In this case, after being set to  $Sca > 180\text{-degreeCA}$ , before toothless 12b of 480 degree CA of crank angles is detected, the cam angle signal PCA will input in 360 degree CA of crank angles. Therefore, in such a case, "#3" is memorized by the gas column variable SS at the time of starting. [0147] And if the condition that #3 are in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, after being set to  $Sca > 180\text{-degreeCA}$ , the rotation phase which the cam angle signal PCA inputs will be 360-degreeCA. For this reason, "12" is set as the crank counter CCRNK (S401). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S396), and it comes out of #3 and 4 sorting processing ( drawing 14 ).

[0148] When it is not  $N = "3"$  in crank angle setting processing ( drawing 11 ), they are "NO") and  $N = "4"$  in (S380). Therefore, #2 and 4 sorting processing which are shown in drawing 15 are performed (S410). In  $N = "4"$ , as mentioned above, it has become clear that the stroke condition at the time of a halt of an engine 2 has either #2 or #4 in a compression stroke. That is, #2 and 4 sorting processing are processings for determining any of #2 or #4 are in the stroke condition at the time of a halt (at the time of starting), and setting up the crank counter CCRNK at an early stage. [0149] # Initiation of 2 and 4 sorting processing first judges whether it is that to which NE signal corresponding to this interruption activation corresponds to toothless 12b (S411). When it does not correspond to toothless 12b, it is judged whether "NO") and the cam angle signal PCA inputted twice by (S411 (S416). If the cam angle signal PCA has not inputted twice (it is "NO" at S416), it comes out of #2 and 4 sorting processing ( drawing 15 ) as it is. And it once ends also about crank angle setting processing ( drawing 11 ).

[0150] On the other hand, if NE signal corresponds to toothless 12b (it is "YES" at S411), it will be judged for said rotation crank angle Sca next whether it is less than 80-degreeCA (S412). If it is  $Sca \leq 80\text{-degreeCA}$  (it is "YES" at S412), "#2" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting as a gas column which is in a compression stroke at the time of starting (S413). At the idle state of  $N = "4"$ , only the case where #2 are in a compression stroke at the time of starting initiation becomes toothless 12b from ON of a starter 8 within 80-degreeCA. Therefore, "#2" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting.

[0151] And if the condition that #2 are in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, 480-degreeCA will be set to toothless 12b at the beginning. For this reason, "16" is set as the crank counter CCRNK (S414). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S415), and it comes out of #2 and 4 sorting processing ( drawing 15 ).

[0152] Moreover, before the cam angle signal PCA inputs twice, "NO") and toothless 12b are detected by (S416, and if it is  $Sca > 80\text{-degreeCA}$  (it is "NO" at S412), "#4" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting as a gas column which is in a compression stroke at the time of starting (S417). Before it exceeds 80-degreeCA from the time of starting initiation and the cam angle signal PCA inputs twice in the idle state of  $N = "4"$ , only the case where #4 are in a compression stroke at the time of starting initiation is set to toothless 12b. Therefore, "#4" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting.

[0153] And if the condition that #4 are in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, 480-degreeCA will be set to toothless 12b at the beginning. For this reason, "16" is set as the crank counter CCRNK (S418). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S415), and it comes out of #2 and 4 sorting processing ( drawing 15 ).

[0154] Moreover, if "NO") and the cam angle signal PCA are inputted twice by (S411 before toothless 12b is detected (it is "YES" at S416), "#2" will be memorized by the gas column variable SS at the time of starting as a gas column

which is in a compression stroke at the time of starting (S419). As shown in drawing 5, even if #2 actually suit the condition of the engine 2 at the time of a halt of being in a compression stroke, whether it being in 480-degreeCA which is the rotation phase KKB which detects toothless 12b first by relation, such as friction, and the case where it has exceeded slightly can be considered. In this case, before toothless 12b is detected, the cam angle signal PCA inputs twice. Therefore, in such a case, "#2" is memorized by the gas column variable SS at the time of starting.

[0155] And if the condition that #2 are in a compression stroke shows having carried out rotation initiation, a rotation phase when the cam angle signal PCA inputs twice will be 0-degreeCA. For this reason, "0" is set as the crank counter CCRNK (S420). And "ON" is set as the completion flag Fs of sorting (S415), and it comes out of #2 and 4 sorting processing ( drawing 15 ).

[0156] thus -- each -- sorting -- processing ( drawing 12 -15 ) -- starting -- the time -- a gas column -- a variable -- SS -- a crank -- a counter -- CCRNK -- determining -- having -- sorting -- completion -- a flag -- Fs -- "-- ON -- " -- setting up -- having -- if -- a crank angle -- a setup -- processing ( drawing 11 ) -- a degree -- control -- a period -- \*\*\*\* -- Fs -- -- " - ON -- " -- it is -- things -- from -- (-- This crank counter CCRNK update process is the same processing as the crank counter CCRNK update process shown in drawing 8 . Henceforth, repeat activation of this step S430 processing is carried out until it is automatically stopped by the eco-run system until an operator switches an ignition switch 10 to an accessory location or an off position from on position or.

[0157] Next, the ignition timing and fuel-injection-timing setting processing shown in drawing 16 are explained. This ignition timing and fuel-injection-timing setting processing are set up with Fs= "ON" by said sorting processing ( drawing 12 -15 ), and is processing to which is interrupted with NE signal and activation is permitted.

[0158] Initiation of ignition timing and fuel-injection-timing setting processing judges whether it is the control period of the beginning after becoming Fs= "ON" first (S510). If it is the beginning (it is "YES" at S510) next, based on the gas column variable SS and the crank counter CCRNK, the initial ignition gas column lit first and its ignition timing will be set up at the time of the stroke state variable N and starting (S520). This setup is called for from the relation memorized by ROM50b, as shown in drawing 17 . For example, in N= "1", SS= "1", and CCRNK= "4", #3 are set up as an initial ignition gas column, and 175-degreeCA is set up as ignition timing. About these reasons for a setup, it mentions later.

[0159] Next, based on the gas column variable SS and the crank counter CCRNK, the initial fuel-injection gas column which carries out fuel injection first, and its fuel-injection timing are set up at the time of the same stroke state variable N and starting (S530). As this setup was also shown in drawing 17 , it asks from the relation memorized by ROM50b. For example, in N= "1", SS= "1", and CCRNK= "4", as an initial fuel-injection gas column, #4 are set up and, as for a No. 4 gas column, the crank angle in an intake stroke is set up as fuel-injection timing. About these reasons for a setup, it mentions later.

[0160] In this way, this processing is once ended. And at step S510, it is judged with "NO" after the following control period, next it is judged whether it is TDC (S540). That is, it is judged whether it is one timing of the crank angle =0,180,360,540-degreeCAs. If it is not TDC (it is "NO" at S540), this processing will once be ended as it is.

[0161] If it is TDC (it is "YES" at S540), it will continue at the initial ignition gas column performed at step S520, a sequential ignition gas column will be set up according to change of a crank angle, and the ignition timing according to the operational status of an engine 2 will be set up (S550). And it continues at the initial fuel-injection gas column performed at step S530 next, a fuel-injection gas column is set up one by one according to change of a crank angle, and fuel injection timing according to the operational status of an engine 2 is set up (S560). Henceforth, as long as engine operation is continuing, processing of steps S550 and S560 is repeated for every TDC.

[0162] Here, the reason for a setup of the contents of drawing 17 is explained. In N= "1", the stroke condition at the time of a halt is extracted to the condition (450 degrees of crank angles, 630-degreeCA, or this near) that #1 or #2 are in a compression stroke. And based on NE signal and the cam angle signal, it should be crank counter CCRNK= "16" in gas column variable SS= "#2" at the time of starting at the time of starting.

[0163] In this case, it means performing fuel injection to #1 and #3 in fact in 450 degree CA of crank angles, or this near. # Since 1 is an intake stroke, the fuel injected by suction-port 20a is immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 1. # Since 3 is an exhaust stroke, the fuel injected by suction-port 20a is inhaled in the # combustion chamber 18 of 3 in the place which waited for about one line and became an intake stroke.

[0164] And it is from CCRNK= immediately after rotation by the starter 8 "16" that the value of the crank counter CCRNK actually becomes clear. For this reason, #1 is lit in 715-degreeCA which is BTDC5"CA of the compression stroke of #1 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. And the ignition timing of #3 by which fuel injection was succeedingly carried out at the time of starting comes. Moreover, early fuel injection is performed to #4 at the time of the intake stroke of #4, henceforth, a fuel is injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order

henceforth.

[0165] Moreover, in  $N = "1"$ , it should be crank counter  $CCRNK = "0"$  in gas column variable  $SS = "#2"$  at the time of starting. Also in this case, it means performing fuel injection to #1 and #3 in fact near the larger side than 480 degree CA of crank angles, or this. # The fuel injected by suction-port 20a of 1 is immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 1, in #3, it waits for the fuel of about one line injected by suction-port 20a, and it is inhaled in the # combustion chamber 18 of 3. And it is from  $CCRNK =$  after rotation by the starter 8 "0" that the value of the crank counter  $CCRNK$  actually becomes clear. For this reason, #1 is immediately lit in 0-degreeCA which is TDC of the compression stroke of #1 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. And the ignition timing of #3 by which fuel injection was succeedingly carried out at the time of starting comes. Moreover, early fuel injection is performed to #4, a fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth.

[0166] Moreover, in  $N = "1"$ , it should be crank counter  $CCRNK = "4"$  in gas column variable  $SS = "#1"$  at the time of starting. In this case, it means performing fuel injection to #1 and #3 in fact in 630 degree CA of crank angles, or this near. # Since 1 is already a compression stroke, the fuel of about three lines injected by suction-port 20a will be behind inhaled in the # combustion chamber 18 of 1. On the other hand, since #3 are an intake stroke, the fuel injected by suction-port 20a is immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 3. And it is from  $CCRNK =$  after rotation by the starter 8 "4" that the value of the crank counter  $CCRNK$  actually becomes clear. For this reason, #3 are lit in 175-degreeCA which is BTDC5"CA of the compression stroke of #3 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. Moreover, since #4 are already an intake stroke in  $CCRNK = "4"$ , early fuel injection is performed immediately, a fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion of them is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth. However, it is inhaled, when a fuel stops at suction-port 20a between about three lines and #1 by which fuel injection was carried out at the time of starting becomes an intake stroke after that. Therefore, only the first fuel injection to #1 by step S560 is omitted.

[0167] Next, the case of  $N = "2"$  is explained. In  $N = "2"$ , the stroke condition at the time of a halt is extracted to the condition (630 degrees of crank angles, 90-degreeCA, or this near) that #1 or #3 are in a compression stroke. And based on NE signal and the cam angle signal, it should be crank counter  $CCRNK = "0"$  in gas column variable  $SS = "#1"$  at the time of starting at the time of starting.

[0168] In this case, it means performing fuel injection to #3 and #4 in fact in 630 degree CA of crank angles, or this near. # Since 3 is an intake stroke, the fuel injected by suction-port 20a is immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 3. # Since 4 is an exhaust stroke, it waits for the fuel of about one line injected by suction-port 20a, and it is inhaled in the # combustion chamber 18 of 4.

[0169] And it is from  $CCRNK =$  immediately after rotation by the starter 8 "0" that the value of the crank counter  $CCRNK$  actually becomes clear. For this reason, #3 are lit in 175-degreeCA which is BTDC5"CA of the compression stroke of 3 No. gas column #3 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. Furthermore, it is succeedingly lit to #4. Moreover, early fuel injection is performed by #2, a fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth.

[0170] Moreover, in  $N = "2"$ , it should be crank counter  $CCRNK = "4"$  in gas column variable  $SS = "#3"$  at the time of starting. In this case, it means performing fuel injection to #3 and #4 in fact in 90 degree CA of crank angles, or this near. # The fuel injected by suction-port 20a of 4 is immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 4, in #3, it waits for the fuel of about three lines injected by suction-port 20a, and it is inhaled in the # combustion chamber 18 of 3. And it is from  $CCRNK =$  immediately after rotation by the starter 8 "4" that the value of the crank counter  $CCRNK$  actually becomes clear. For this reason, #4 are lit in 355-degreeCA which is BTDC5"CA of the compression stroke of #4 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. Moreover, early fuel injection is performed to #2, a fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth. However, it is inhaled, when a fuel stops at suction-port 20a between about three lines and #3 by which fuel injection was carried out at the time of starting become an intake stroke after that. Therefore, only the first fuel injection to #3 by step S560 is omitted.

[0171] Moreover, in  $N = "2"$ , it should be crank counter  $CCRNK = "12"$  in gas column variable  $SS = "#3"$  at the time of starting. In this case, it means performing fuel injection to #3 and #4 in fact near the larger side than 120 degree CA of crank angles, or this. # Since 4 is an intake stroke, the fuel injected by suction-port 20a will be immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 4. On the other hand, since #3 are a compression stroke, the fuel of about three lines injected by suction-port 20a is behind inhaled in the # combustion chamber 18 of 3. And it is from  $CCRNK =$  after

rotation by the starter 8 "12" that the value of the crank counter CCRNK actually becomes clear. For this reason, it lights in 360-degreeCA immediately to #4 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. Moreover, since early fuel injection is made by #1, about one line is set and it is lit by #1. A fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth. However, it is inhaled, when a fuel stops at suction-port 20a between about three lines and #3 by which fuel injection was carried out at the time of starting become an intake stroke after that. Therefore, only the first fuel injection to 3 No. gas column #3 by step S560 is omitted.

[0172] Next, the case of N= "3" is explained. In N= "3", the stroke condition at the time of a halt is extracted to the condition (90 degrees of crank angles, 270-degreeCA, or this near) that #3 or #4 are in a compression stroke. And based on NE signal and the cam angle signal, it should be crank counter CCRNK= "4" in gas column variable SS= "#3" at the time of starting at the time of starting.

[0173] In this case, it means performing fuel injection to #2 and #4 in fact in 90 degree CA of crank angles, or this near. # Since 4 is an intake stroke, the fuel injected by suction-port 20a is immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 4. # Since 2 is an exhaust stroke, it waits for the fuel of about one line injected by suction-port 20a, and it is inhaled in the # combustion chamber 18 of 2.

[0174] And it is from CCRNK= immediately after rotation by the starter 8 "4" that the value of the crank counter CCRNK actually becomes clear. For this reason, #4 are lit in 355-degreeCA which is BTDC5"CA of the compression stroke of #4 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. Furthermore, ignition combustion of #2 is made succeedingly. Moreover, early fuel injection is performed to #1, a fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth.

[0175] Moreover, in N= "3", it should be crank counter CCRNK= "12" in gas column variable SS= "#3" at the time of starting. In this case, it means performing fuel injection to #2 and #4 in fact near the larger side than 120 degree CA of crank angles, or this. # The fuel injected by suction-port 20a of 4 is immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 4, in #2, it waits for the fuel of about one line injected by suction-port 20a, and it is inhaled in the # combustion chamber 18 of 2. And it is from CCRNK= after rotation by the starter 8 "12" that the value of the crank counter CCRNK actually becomes clear. For this reason, #4 are immediately lit in 360-degreeCA which is TDC of the compression stroke of #4 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. Furthermore, ignition combustion of #2 is made succeedingly. Moreover, early fuel injection is performed to #1, a fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth.

[0176] Moreover, in N= "3", it should be crank counter CCRNK= "12" in gas column variable SS= "#4" at the time of starting. In this case, it means performing fuel injection to #2 and #4 in fact in 270 degree CA of crank angles, or this near. # Since 2 is an intake stroke, the fuel injected by suction-port 20a will be immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 2. On the other hand, since #4 are a compression stroke, the fuel of about three lines injected by suction-port 20a is behind inhaled in the # combustion chamber 18 of 4. And it is from CCRNK= after rotation by the starter 8 "12" that the value of the crank counter CCRNK actually becomes clear. For this reason, #2 are lit in 535-degreeCA which is BTDC5"CA of the compression stroke of #2 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. Moreover, since early fuel injection is made by 1 No. gas column #1, it is lit by 1 No. gas column #1 further succeedingly. A fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth. However, it is inhaled, when a fuel stops at suction-port 20a between about three lines and #4 by which fuel injection was carried out at the time of starting become an intake stroke after that. Therefore, only the first fuel injection to #4 by step S560 is omitted.

[0177] Next, the case of N= "4" is explained. In N= "4", the stroke condition at the time of a halt is extracted to the condition (270 degrees of crank angles, 450-degreeCA, or this near) that #2 or #4 are in a compression stroke. And based on NE signal and the cam angle signal, it should be crank counter CCRNK= "16" in gas column variable SS= "#2" at the time of starting at the time of starting.

[0178] In this case, it means performing fuel injection to #1 and #2 in fact in 450 degree CA of crank angles, or this near. # Since 1 is an intake stroke, the fuel injected by suction-port 20a is immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 1. # Since 2 is a compression stroke, it waits for the fuel of about three lines injected by suction-port 20a, and it is inhaled in the # combustion chamber 18 of 2.

[0179] And it is from CCRNK= immediately after rotation by the starter 8 "16" that the value of the crank counter CCRNK actually becomes clear. For this reason, #1 is lit in 715-degreeCA which is BTDC5"CA of the compression



stroke of #1 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. Moreover, early fuel injection is performed to #3, a fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth. However, it is inhaled, when a fuel stops at suction-port 20a between about three lines and #2 by which fuel injection was carried out at the time of starting become an intake stroke after that. Therefore, only the first fuel injection to #2 by step S560 is omitted. [0180] Moreover, in N= "4", it should be crank counter CCRNK= "0" in gas column variable SS= "#2" at the time of starting. Also in this case, it means performing fuel injection to #1 and #2 in fact near the larger side than 480 degree CA of crank angles, or this. # The fuel injected by suction-port 20a of 1 is immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 1, in #2, it waits for the fuel of about three lines injected by suction-port 20a, and it is inhaled in the # combustion chamber 18 of 2. And it is from CCRNK= after rotation by the starter 8 "0" that the value of the crank counter CCRNK actually becomes clear. For this reason, #1 is immediately lit in 0-degreeCA which is TDC of the compression stroke of #1 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. Moreover, early fuel injection is performed to #4, from first \*\*, about one line is set and ignition combustion is carried out. A fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth. However, it is inhaled, when a fuel stops at suction-port 20a between about three lines and #2 by which fuel injection was carried out at the time of starting become an intake stroke after that. Therefore, only the first fuel injection to #2 by step S560 is omitted.

[0181] Moreover, in N= "4", it should be crank counter CCRNK= "16" in gas column variable SS= "#4" at the time of starting. In this case, it means performing fuel injection to #1 and #2 in fact in 270 degree CA of crank angles, or this near. # Since 2 is an intake stroke, the fuel injected by suction-port 20a will be immediately inhaled in the # combustion chamber 18 of 2. On the other hand, since #1 is an exhaust stroke, the fuel of about one line injected by suction-port 20a is behind inhaled in the # combustion chamber 18 of 1. And it is from CCRNK= after rotation by the starter 8 "16" that the value of the crank counter CCRNK actually becomes clear. For this reason, #2 are lit in 535-degreeCA which is BTDC5"CA of the compression stroke of #2 injected at the time of starting, and first \*\* is made quickly. Furthermore, it is succeedingly lit by #1. Moreover, since early fuel injection is made by #3, it is further lit by #3. A fuel is henceforth injected by suction-port 20a of each gas column one by one, and ignition combustion is carried out. For this reason, combustion serves as starting continued and stabilized in order henceforth.

[0182] In the gestalt of this operation, the combination of a signal rotor 12 and the crank position sensor 14 is equivalent to an internal combustion engine rotation condition detection means, and the combination of projections 32-36 and the cam position sensor 38 is equivalent to a cam angle detection means. Steps S120-S160 of halt stroke distinction processing ( drawing 7 ) and step S171 of stroke state-variable N setting processing ( drawing 9 ) moreover, to the processing as an inversion crank angle detection means Steps S172-S179 of stroke state-variable N setting processing ( drawing 9 ) to the processing as a halt stroke distinction means Fuel-injection processing ( drawing 10 ) at the time of starting at the time of starting to the processing as a fuel-injection means Steps S315-S410 of crank angle setting processing ( drawing 11 ) are equivalent to the processing as a sorting means, and step S520 of ignition timing and fuel-injection-timing setting processing ( drawing 16 ) is equivalent to a first \*\*\*\*\* activation means for starting Tokiyuki.

[0183] According to the gestalt 1 of this operation explained above, the following effects are acquired.

(\*\*) -- in . stroke state-variable N setting processing ( drawing 9 ), even if it does not produce an inversion in a crankshaft 4, except for the maximum potential energy phase TOP to which the pulse output gap of NE signal becomes longer than the phase of order, and the phase of toothless 12b (S171), the phase to which the pulse output gap of NE signal becomes longer than the phase of order at the beginning is detected. Therefore, the phase reversed the phase actually first reversed in the crankshaft 4 or 2nd henceforth is detected as an inversion crank angle.

[0184] As mentioned above, when the detected inversion crank angle is actually the first inversion phase, it can be judged that rotation of a crankshaft 4 stopped it in the crank angle field between the maximum potential energy phase TOP which obstructed rotation, and the maximum potential energy phase TOP which is just before that since the crank angle did not progress beyond an inversion crank angle. It can be judged also especially among this field that rotation of a crankshaft 4 stopped in the minimum potential energy rotation phase BTM or its near.

[0185] Moreover, as mentioned above, when the detected inversion crank angle is the phase reversed 2nd henceforth As compared with the case where an inversion crank angle is actually the first inversion phase, rather than the crank angle field between the maximum potential energy phase TOP which is on count and obstructed rotation, and the maximum potential energy phase TOP which is just before that It can be judged that rotation of a crankshaft 4 stopped in the crank angle field in front of one more.

[0186] Therefore, it becomes possible to limit to two based on the inversion crank angle detected by stroke state-variable N setting processing ( drawing 9 ) correctly of the four crank angle fields where an engine 2 can take the halt

crank angle of a crankshaft 4.

[0187] since it is not taking into consideration about rotation or an inversion of the crankshaft 4 at the time of inertia rotation in the former -- actually -- \*\*\*\* -- there is a possibility that it may have stopped in the state of a different stroke. For this reason, there is a possibility that it may judge that rotation was started from a different gas column from prediction, and the control after the time of starting or starting may become unsuitable at the time of starting.

[0188] With the gestalt of this operation, the crank angle field which the crankshaft 4 stopped correctly based on the action of the crankshaft 4 at the time of inertia rotation is limited. By this, stroke distinction more exact than before is attained at the time of starting, and control after the time of starting or starting can be made more suitable.

[0189] (\*\*) -- the cam angle signal PCA which the cam position sensor 38 detects by the . projections 32-36 serves as arrangement (at the time of starting) as shown in drawing 5 . For this reason, the stroke condition correctly limited at the time of a halt can be quickly limited by using the cam angle signal PCA with toothless 12b at the time of starting. And it can extract to a more positive stroke condition at an early stage by this. Therefore, control after the time of starting or starting can be made more precise and suitable.

[0190] (Ha) At the time of . starting, by fuel-injection processing ( drawing 10 ), it sets at the time of starting and the fuel is supplied to suction-port 20a of the gas column which is in an intake stroke in the stroke condition determined by stroke state-variable N setting processing ( drawing 9 ). By doing in this way, fuel injection can be carried out to suction-port 20a of the gas column which is much more certainly in an intake stroke in the suction-port fuel-injection type engine 2 like the gestalt of this operation. For this reason, first \*\* can be made to start at an early stage much more certainly at the time of starting now, and startability is made with a higher thing.

[0191] (\*\*) -- the crank-angle field at the time of starting (at the time of starting the gas column variable SS) sorted out, and the crank angle in a sorting time has determined based on the condition in early stages of output initiation in NE signal and a cam angle signal from two crank-angle fields determined by stroke state-variable N setting processing ( drawing 9 ) by crank-angle setting processing ( drawing 11 ) at the time of the last engine shutdown at the time of starting of the . engine 2.

[0192] By this, a crank angle field can be extracted at an early stage one at the time of starting. And according to a crank angle, the usual engine control of after sorting is attained. For this reason, subsequent operation should be stabilized while being able to start quickly.

[0193] (\*\*) -- by being based on the crank angle field at the time of starting sorted out by . crank angle setting processing ( drawing 11 ), and the crank angle in a sorting time, ignition can be quickly performed in the gas column which can burn most early by ignition timing and fuel-injection-timing setting processing ( drawing 16 ). Moreover, since a crank angle becomes clear quickly in this way and the crank angle field at the time of starting also becomes clear, ignition combustion can be appropriately carried out also to the gas column by which fuel injection was carried out by fuel-injection processing ( drawing 10 ) at the time of starting, without missing an ignition chance, and first \*\* can be certainly performed to the earliest timing.

[0194] With the gestalt of the [gestalt 2 of operation] book operation, a six cylinder engine is used instead of a 4-cylinder engine. In a six cylinder engine, as shown in stroke condition explanatory drawing of drawing 18 , the maximum potential energy phase TOP exists for every 120-degreeCA. For this reason, as a stroke condition at the time of an engine shutdown, it is zero to 3#CCRNK=5 compression stroke (although #3 are a compression stroke in part, the whole region makes #5 of a compression stroke representation.). A stroke condition is divided into six, the four to 7#CCRNK=3 same compression stroke, eight to 11#CCRNK=6 compression stroke, 12 to 15#CCRNK=2 compression stroke, 16 to 19#CCRNK=4 compression stroke, and 20 to 23#CCRNK=1 compression stroke, below.

[0195] By this, the phase from which it is except CCRNK=0 which is the maximum potential energy phase TOP and the phase of toothless 12b, 4, 8, 12 and 16, and 20 as stroke state-variable N setting processing at the time of an engine shutdown, and the pulse separation of NE signal serve as the maximum at the beginning judges whether it is which location of CCRNK=0-23. For example, if the maximum phase is CCRNK=17-19, and it is CCRNK=21-23 N= 1, it will be set as N= 2, if it is CCRNK=1-3, it will be set as N= 3, if it is CCRNK=5-7, it will be set as N= 4, if it is CCRNK=9-11, it will be set as N= 5, and if it is CCRNK=13-15, it will

[0196] Here, the stroke condition which the engine actually stopped as the gestalt 1 of said operation explained in the case of N= 1 can be limited as it is one compression stroke of #2 and 4 compression strokes. Similarly a condition like halt Tokiyuki of N= 2 Either of #1 and 4 compression strokes, Like halt Tokiyuki of N= 3, as for a condition, a condition can limit either of #1 and 5 compression strokes, and halt Tokiyuki of N= 4 as the condition of a condition is either of #2 and 6 compression strokes like either of #3 and 6 compression strokes, and halt Tokiyuki of N= 6 like either of #3 and 5 compression strokes, and halt Tokiyuki of N= 5.

[0197] and at the time of starting, it is shown in drawing 19 -- as -- the time of starting -- fuel-injection processing -- N=



1 -- # -- 1 and 5 -- N= 2 -- # -- 3 and 5 -- N= 3 -- # -- 3 and 6 -- N= 4 -- # -- 2 and 6 -- N= 5 -- # -- 2 and 4 -- N= 6 -- # -- fuel injection is carried out to 1 and 4. Moreover, in crank angle setting processing, from the relation between the appearance phase KKB of toothless 12b, and the appearance phase of the cam angle signal PCA, as shown in drawing 19, the gas column variable SS becomes clear at the time of starting, and the crank counter CCRNK at the time of becoming clear [ of the gas column variable SS ] is determined at the time of starting. And at the time of starting called for by doing in this way, based on the gas column variable SS and the crank counter CCRNK, as shown in drawing 19, an initial ignition gas column, ignition timing, an initial fuel-injection gas column, and fuel-injection timing are determined.

[0198] Namely, if toothless 12b appears in the beginning from starter-on at the time of subsequent starting when it is decided at the time of an engine shutdown that it will be N= 1 (KKB), it will become clear that it is SS=#2 and it will be set to CCRNK=16 (480-degreeCA) at the time of becoming clear. therefore, # by which ignition to #1 of was attained at 715-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 1 and 5, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #3 #3. Moreover, in the case of N= 1, if the cam angle signal PCA appears first within 50-degreeCA from starter-on, it will become clear that it is SS=#4 and it will be set to CCRNK=18 (540-degreeCA) at the time of becoming clear. therefore, # by which ignition to #5 of was attained at 115-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 1 and 5, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #3 #3. In addition, since most fuels injected by #1 are not absorbed by the combustion chamber, they are absorbed by the combustion chamber at the time of the intake stroke after 1 cycle, and are used for combustion. Therefore, at the time of the intake stroke of #1 after 1 cycle, fuel injection is not performed to #1 from starter-on. Moreover, in the case of N= 1, it becomes clear from starter-on that it will be SS=#4 if the cam angle signal PCA appears first from 50-degreeCA \*\*\*\*\* , and it is set to CCRNK=0 (0-degreeCA) at the time of becoming clear. therefore, # by which ignition to #5 of was attained at 115-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 1 and 5, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #3 #3. In addition, at the time of the intake stroke after 1 cycle, fuel injection is not performed from starter-on for a reason which was mentioned above about #1.

[0199] If two cam angle signals PCA appear in the beginning from starter-on when it is decided at the time of an engine shutdown that it will be N= 2, it will become clear that it is SS=#4 and it will be set to CCRNK=0 (0-degreeCA) at the time of becoming clear. therefore, # by which ignition to #5 of was attained at 115-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 5 and 3, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #6 #6. Moreover, if toothless 12b appears after exceeding 230-degreeCA from starter-on before two cam angle signals PCA appear in the case of N= 2 (KKB), it will become clear that it is SS=#4 and it will be set to CCRNK=4 at the time of becoming clear (120-degreeCA). therefore, # by which ignition to #5 of was attained at 120-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 5 and 3, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #6 #6. Moreover, if toothless 12b appears within 230-degreeCA from starter-on before two cam angle signals PCA appear in the case of N= 2 (KKB), it will become clear that it is SS=#1 and it will be set to CCRNK=4 at the time of becoming clear (120-degreeCA). therefore, # by which ignition to #3 of was attained at 235-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 5 and 3, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #6 #6. In addition, at the time of the intake stroke after 1 cycle, fuel injection is not performed from starter-on for a reason which was explained by the case of N= 1 about #5.

[0200] If the cam angle signal PCA appears first when it is decided at the time of an engine shutdown that it will be N= 3, it will become clear that it is SS=#1 and it will be set to CCRNK=0 (0-degreeCA) at the time of becoming clear. therefore, # by which ignition to #3 of was attained at 235-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 3 and 6, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #2 #2. Moreover, if toothless 12b appears first in the case of N= 3 (KKB), it will become clear that it is SS=#5 and it will be set to CCRNK=4 at the time of becoming clear (120-degreeCA). therefore, # by which ignition to #6 of was attained at 355-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 3 and 6, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #2 #2. In addition, at the time of the intake stroke after 1 cycle, fuel injection is not performed from starter-on for a reason which was explained by the case of N= 1 about #3.

[0201] If the cam angle signal PCA appears first when it is decided at the time of an engine shutdown that it will be N= 4, it will become clear that it is SS=#3 and it will be set to CCRNK=12 (360-degreeCA) at the time of becoming clear. therefore, # by which ignition to #2 of was attained at 475-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 6 and 2, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #4 #4. In addition, at the time of the intake stroke after 1 cycle, fuel injection is not performed from starter-on for a reason which was explained by the case of N= 1 about #6. Moreover, if toothless 12b appears first in the case of N= 4 (KKB), it will become clear that it is SS=#5 and it will be set to CCRNK=4 at the time of becoming clear (120-degreeCA). therefore, # by which ignition to

#6 of was attained at 355-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 6 and 2, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #4 #4.

[0202] If the cam angle signal PCA appears first exceeding 110-degreeCA from starter-on when it is decided at the time of an engine shutdown that it will be  $N=5$ , it will become clear that it is  $SS=\#3$  and it will be set to  $CCRNK=12$  (360-degreeCA) at the time of becoming clear. therefore, # by which ignition to #2 of was attained at 475-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 2 and 4, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #1 #1. Moreover, if the cam angle signal PCA appears first within 110-degreeCA from starter-on in the case of  $N=5$ , it will become clear that it is  $SS=\#6$  and it will be set to  $CCRNK=12$  at the time of becoming clear (360-degreeCA). therefore, # by which ignition to #4 of was attained at 595-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 2 and 4, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #1 #1. In addition, at the time of the intake stroke after 1 cycle, fuel injection is not performed from starter-on for a reason which was explained by the case of  $N=1$  about #2.

[0203] If the cam angle signal PCA appears first after starter-on when it is decided at the time of an engine shutdown that it will be  $N=6$ , it will become clear that it is  $SS=\#6$  and it will be set to  $CCRNK=12$  (360-degreeCA) at the time of becoming clear. therefore, # by which ignition to #4 of was attained at 595-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 4 and 1, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #5 #5. Moreover, if toothless 12b appears first after starter-on in the case of  $N=6$  (KKB), it will become clear that it is  $SS=\#2$  and it will be set to  $CCRNK=16$  at the time of becoming clear (480-degreeCA). therefore, # by which ignition to #1 of was attained at 715-degreeCA, and fuel injection was carried out at the time of starting -- following on 4 and 1, fuel injection becomes possible in the intake stroke of #5 #5. In addition, at the time of the intake stroke after 1 cycle, fuel injection is not performed from starter-on for a reason which was explained by the case of  $N=1$  about #4.

[0204] According to the gestalt 2 of this operation explained above, the following effects are acquired.

The same effect as the gestalt 1 of the operation of which the (b) . above-mentioned was done can be acquired.

Since (b) ., especially the stroke condition at the time of a halt can be limited correctly of the six crank angle fields to two, the effect that a nearby limited range narrows from the case of a 4-cylinder is produced.

[0205] [The gestalt of other operations]

- In the gestalt of each aforementioned implementation, although toothless 12b existed in the signal rotor 12, if it is the configuration that the rotation phase which serves as criteria by methods other than toothless 12b is detected, in step S171 of stroke state-variable  $N$  setting processing, the value of the crank counter  $CCRNK$  removed from the detected maximum crank angle is good at the maximum potential energy phase TOP. The same effect as the gestalt of each operation mentioned above also by this can be produced.

[0206] - In the gestalt of each aforementioned implementation, although it was the configuration in which the inhalation-of-air cam shaft 28 carries out relative rotation to a crankshaft 4 by VVT39, when it does not have VVT39, this invention can be applied similarly. In this case, since the cam angle signal PCA is being completely fixed to the crank angle, decision of the gas column variable  $SS$  and the crank counter  $CCRNK$  can be quickly performed at the time of starting at the time of starting. Furthermore, the signal from the cam position sensor 38 can determine the criteria location of a crank angle, without preparing toothless 12b in a signal rotor 12 by this configuration, as mentioned above.

[0207] - With the gestalt of each operation mentioned above, although the example of a 4-cylinder and 6-cylinder engine was shown, in the numbers of gas columns other than this (for example, 8 cylinders), it is applicable similarly. It can limit to two correctly [ the crank angle field divided with the maximum potential energy phase also in this case ]. And starting stabilized with early first \*\* is realizable by extracting to one of these at the time of starting.

[0208] - Although the gestalt of each operation mentioned above showed the example applied to the gasoline engine of the type which injects a fuel to a suction port, it is also applicable to the gasoline engine of the injection type in a cylinder which injects a fuel to a direct combustion chamber in addition to this. In this case, the fuel injection at the time of starting can be injected in the gas column in a compression stroke.

[0209] - In addition, vehicles may move also during a halt of an engine on a slope etc., this may be interlocked with, and a crankshaft may rotate. In this case, since there is a possibility that an engine stroke condition may change, the signal of a crank position sensor is detected during an engine shutdown. When the signal by which a consecutive output is carried out in time for a long time as shown in drawing 20 (a) occurs from a crank position sensor Activation of steps S520 and S530 of fuel-injection processing ( drawing 10 ), crank angle setting processing ( drawing 11 ), and ignition timing and fuel-injection-timing setting processing ( drawing 16 ) may be forbidden as a thing with fear of change of a stroke condition at the time of starting. However, although there is, as shown in drawing 20 (b), even if like [ frequency ], it is good [ a signal / the signal generated for a short time bends prohibition of activation in this case from only being

generated by vehicles vibration on a bridge etc. and ]. [ much ]

---

[Translation done.]

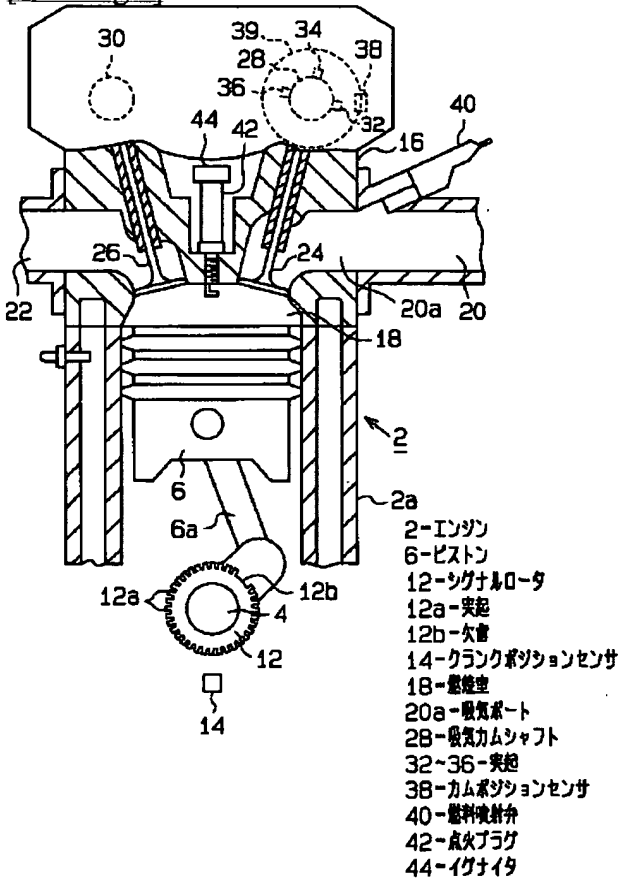
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

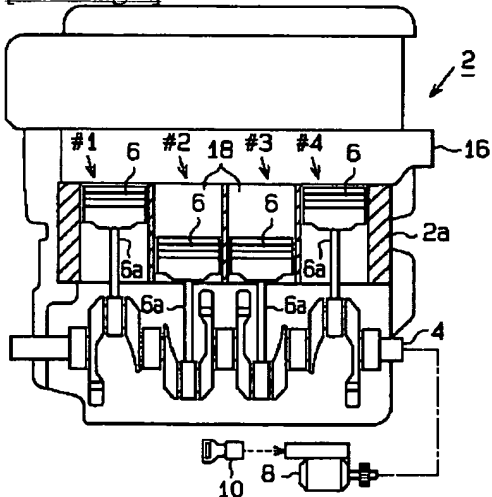
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

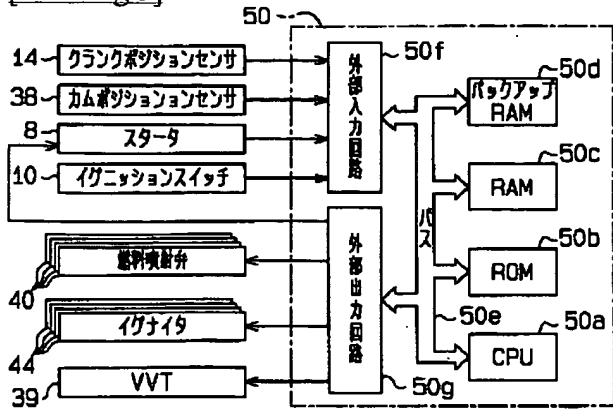
[Drawing 1]



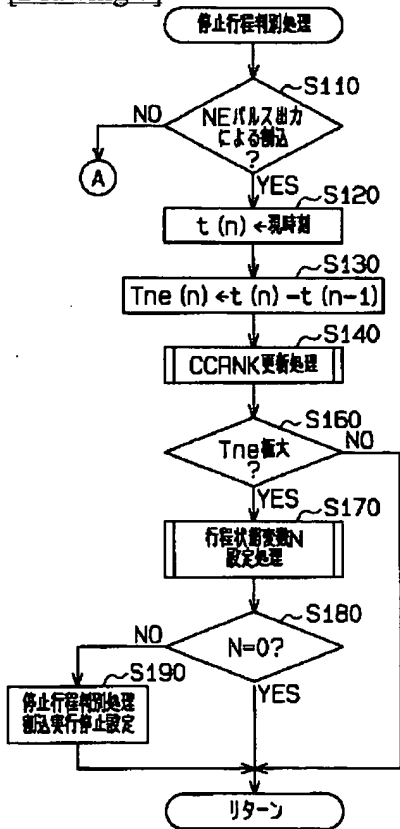
[Drawing 2]



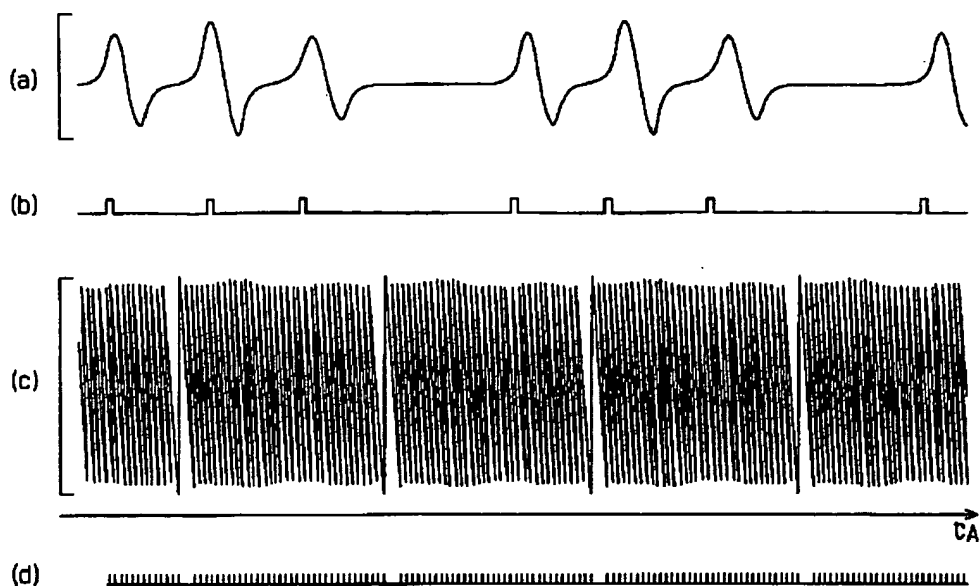
[Drawing 3]



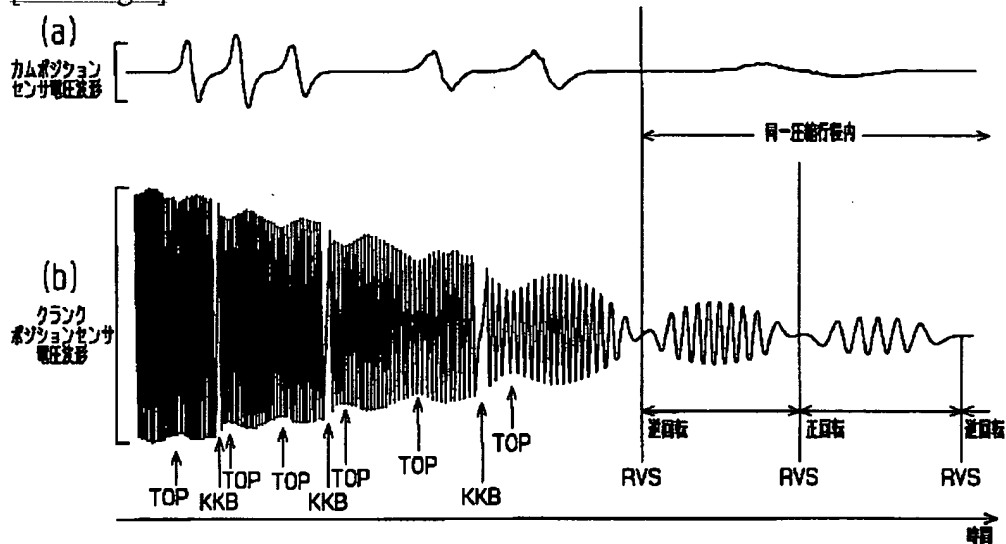
[Drawing 7]



[Drawing 4]



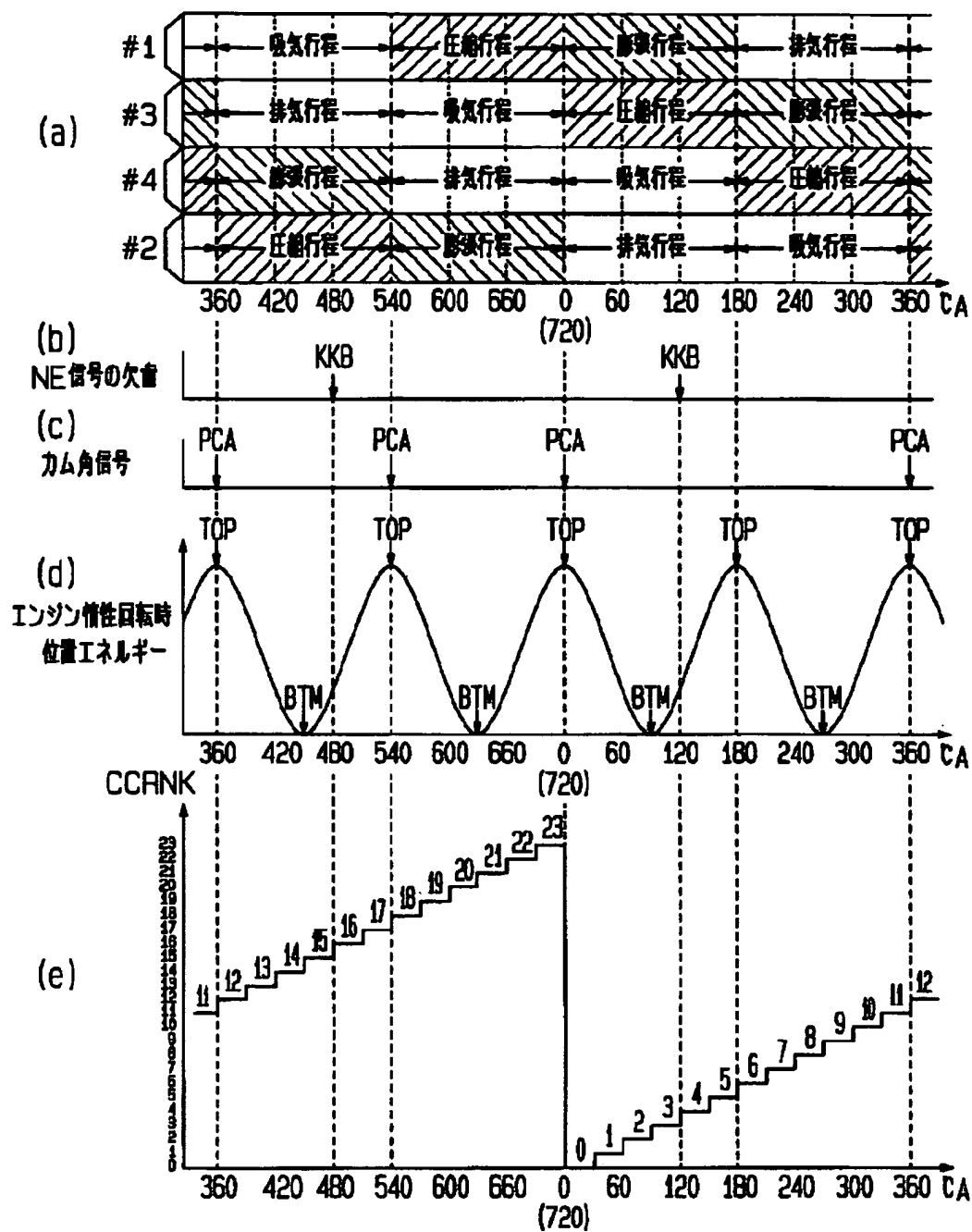
[Drawing 6]



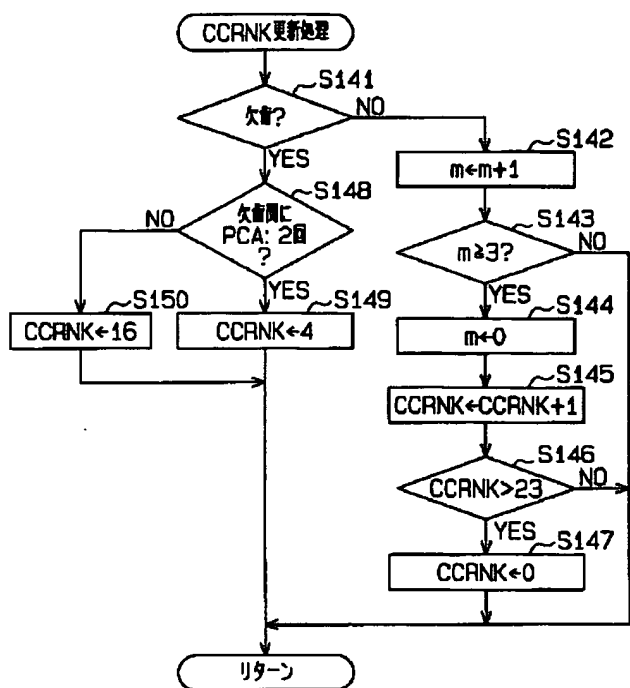
[Drawing 19]

N	1 (圧縮行程#2, 4)			2 (圧縮行程#1, 4)			3 (圧縮行程#1, 5)			4 (圧縮行程#3, 5)			5 (圧縮行程#3, 6)			6 (圧縮行程#2, 6)		
燃焼時 燃料供給量	#1, 5			#3, 5			#3, 6			#2, 5			#2, 4			#1, 4		
SS	#2	#4	#1	#4	#1	#5	#3	#5	#3	#5	#3	#5	#3	#5	#2	#6	#2	#6
燃焼時 CCRANK	16	18	0	4	0	4	0	4	12	4	12	12	16	12	16	12	16	12
燃焼 点火角	#1	#5	#5	#3	#5	#5	#3	#6	#2	#6	#2	#4	#1	#4	#1	#4	#1	#4
点火 タイミング	715° CA	115° CA	115° CA	235° CA	115° CA	120° CA	235° CA	355° CA	475° CA	355° CA	475° CA	595° CA	715° CA	595° CA	715° CA	595° CA	715° CA	595° CA
燃焼 燃料供給量	#3	#3	#3	#6	#6	#6	#2	#2	#4	#4	#1	#1	#5	#5	#5	#5	#5	#5
燃焼時 タイミング	点火行程	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

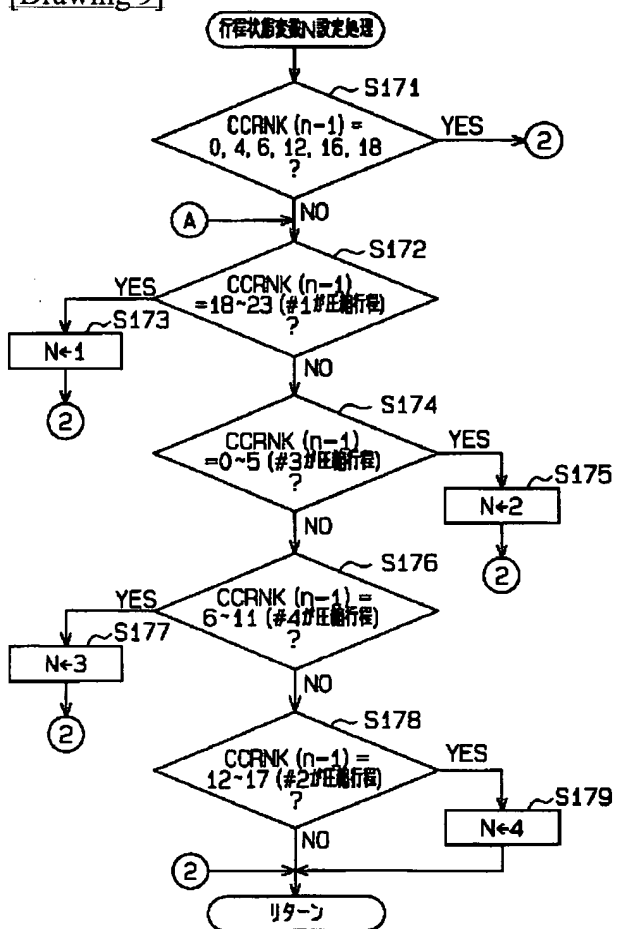
[Drawing 5]



[Drawing 8]

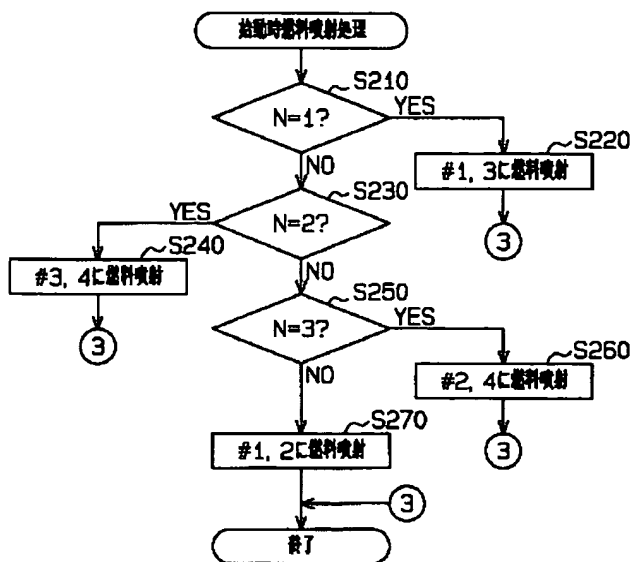


[Drawing 9]

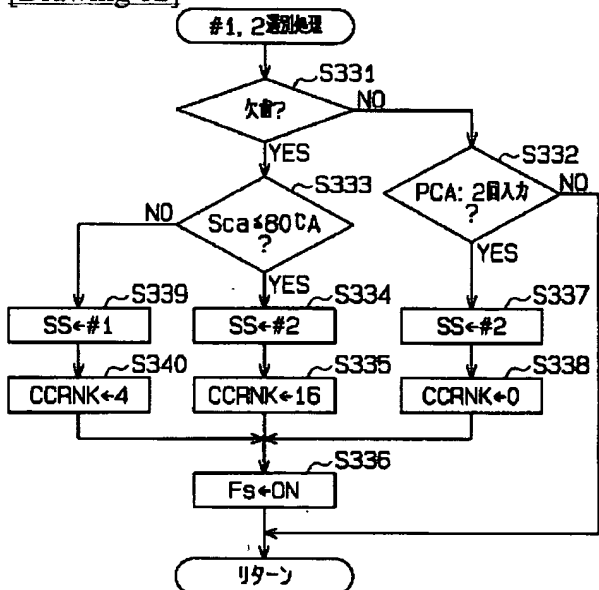


[Drawing 10]

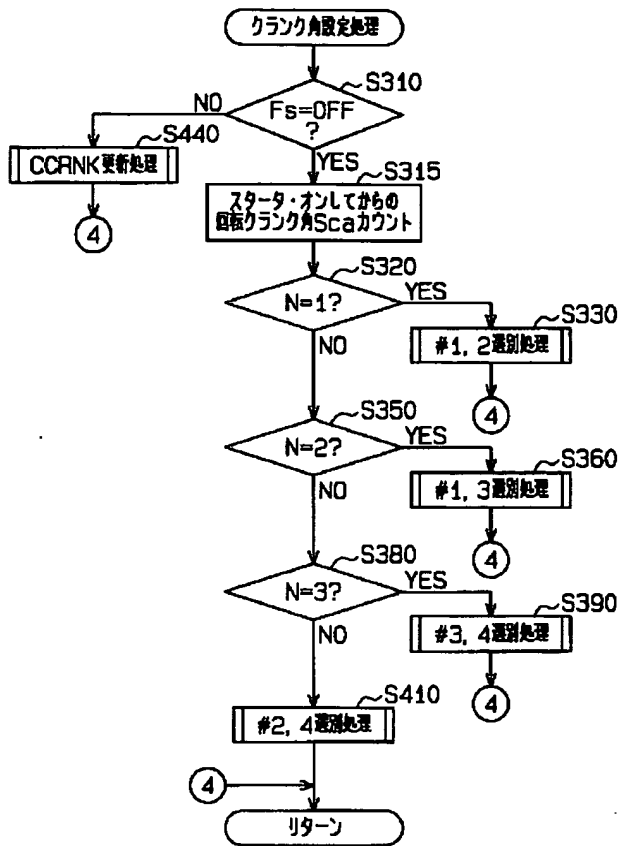




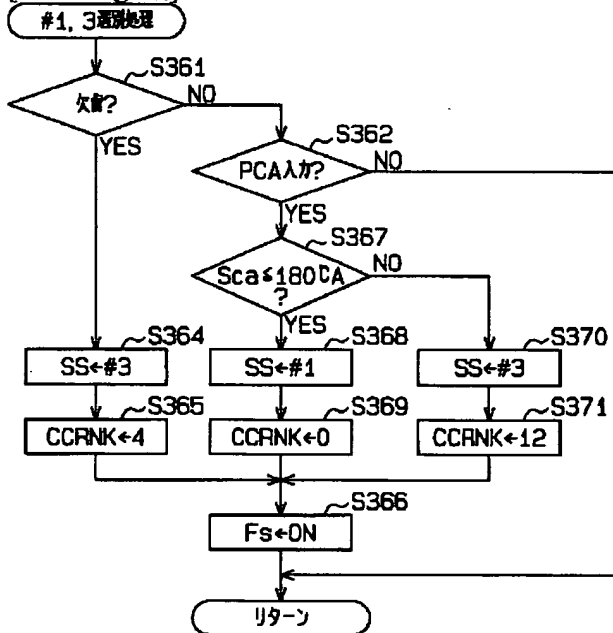
[Drawing 12]



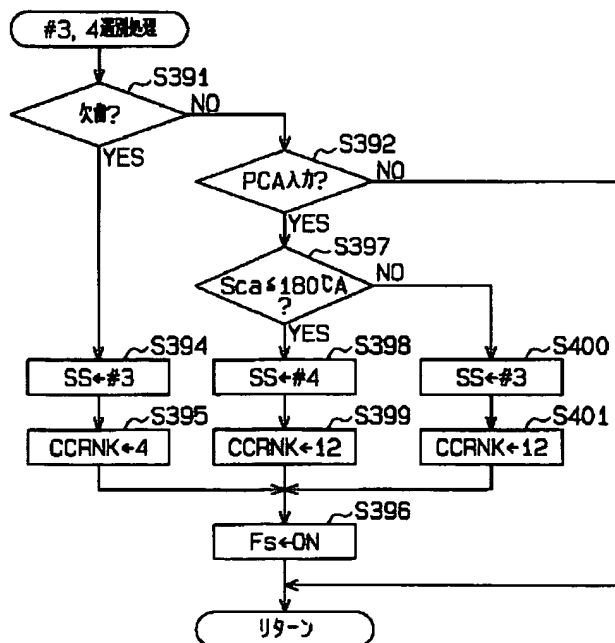
[Drawing 11]



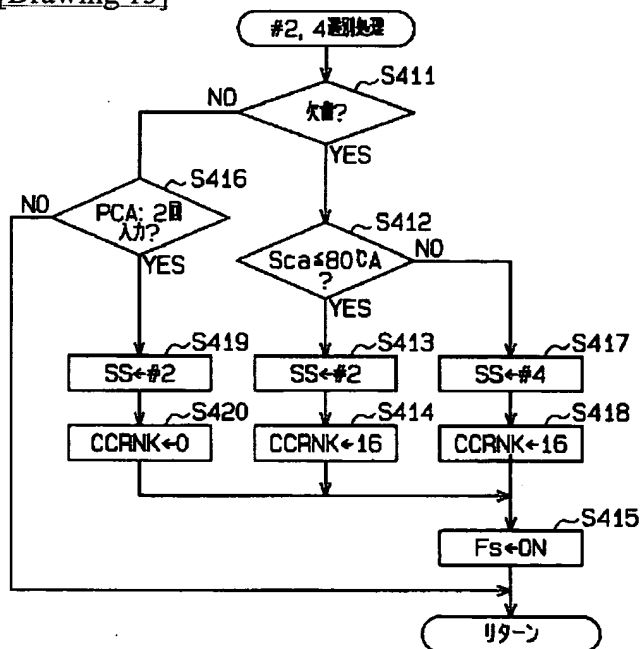
[Drawing 13]



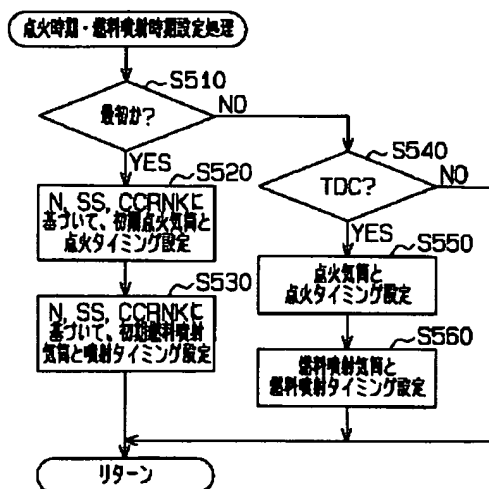
[Drawing 14]



[Drawing 15]



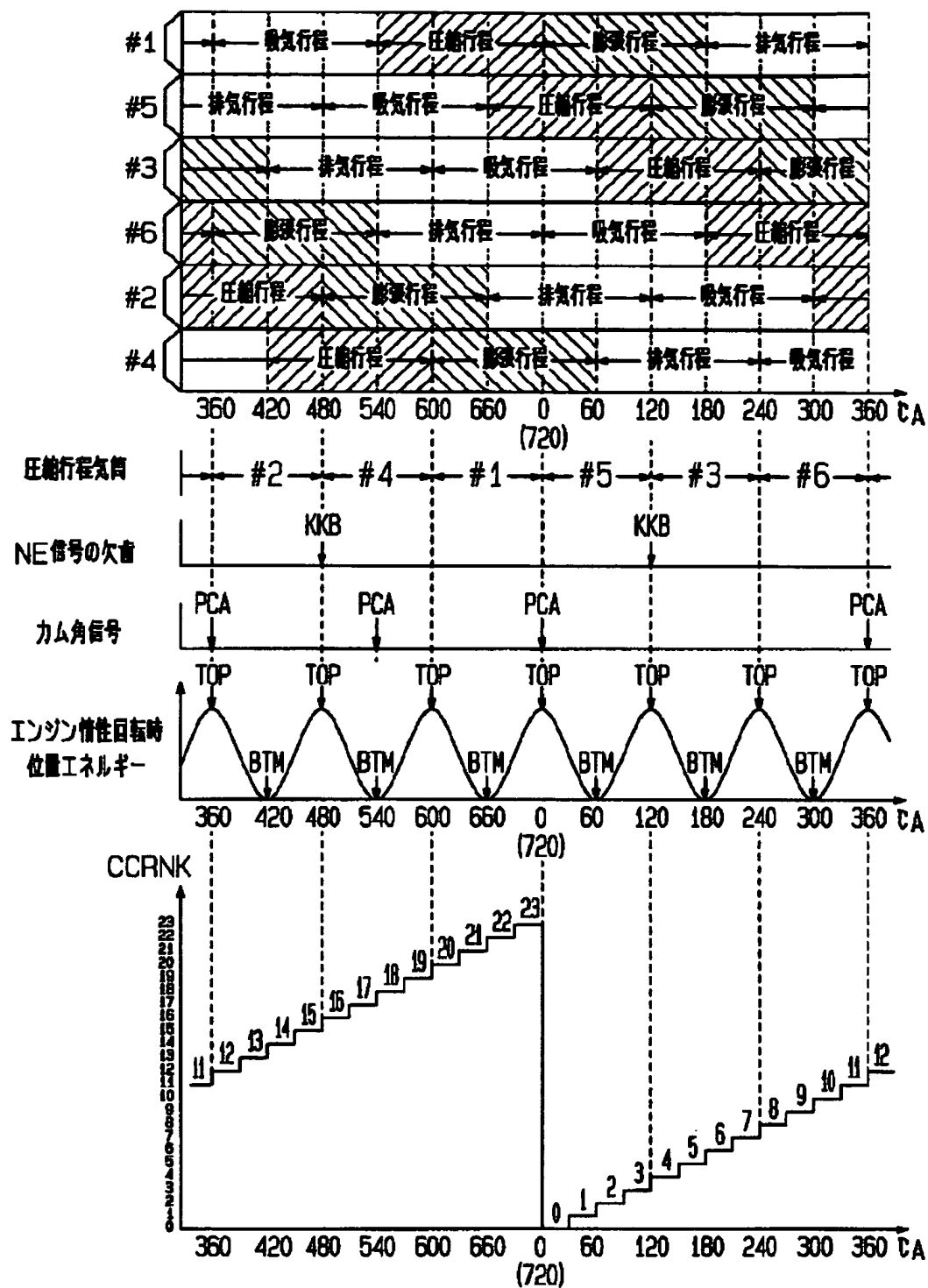
[Drawing 16]



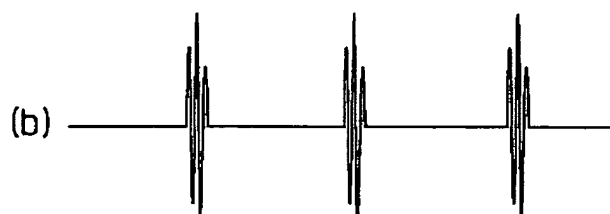
[Drawing 17]

N	1 (圧縮行程#1, 2)			2 (圧縮行程#1, 3)			3 (圧縮行程#3, 4)			4 (圧縮行程#2, 4)		
始動時 燃料噴射時期	#1, 3			#3, 4			#2, 4			#1, 2		
SS	#1	#2		#1	#3		#3	#4		#2	#4	
判明時 CCRNK	4	16	0	0	4	12	4	12	12	16	0	16
初期 点火時期	#3	#1	#1	#3	#4	#4	#4	#4	#2	#1	#1	#2
点火 タイミング	175° CA	715° CA	0° CA	175° CA	355° CA	360° CA	355° CA	360° CA	535° CA	715° CA	0° CA	535° CA
初期 燃料噴射時期	#4	#4	#4	#2	#2	#1	#1	#1	#1	#3	#4	#3
燃料噴射 タイミング	吸気行程	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←

[Drawing 18]



[Drawing 20]



---

[Translation done.]